

ZEITSCHRIFT

FÜR

RATIONELLE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. J. HENLE,
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. C. v. PFEUFER,
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie und der medicinischen Klinik in München.

Dritte Reihe. XXIV. Band.

Mit 12 Tafeln.





LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1865.

Inhalt des vierundzwanzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Zweites und drittes Heft.

Ueber eine seltene fehlerhafte Bildung des Herzens, namentlich angebornen Mangel des Ostium venosum der rechten Herzkammer.

Von

Prof. **Nuhn** in Heidelberg.

(Hierzu Tafel I.)

Von den zahlreichen Anomalien des Herzens, wie sie so mannichfaltig schon zur Beobachtung gelangten, dürfte kaum eine das Interesse in höherem Maasse in Anspruch nehmen, als die, welcher nachfolgende Zeilen gewidmet sein sollen. Sie ergab sich an dem Herzen eines sechs Wochen alten Kindes, das zwar alten, aber gesunden Eltern angehörte und von Geburt an an Blausucht litt, welche besonders an den Nägeln sehr ausgeprägt hervortrat und beim Schreien gesteigert wurde. Der Herzschlag des Kindes war sehr stark und erhob die ganze Magengrube. Aeusserlich war das Kind wohlgebildet und gut genährt. Einige Zeit vor dem Tode litt es an Darmkatarrhen und etwas Husten. In den zwei letzten Lebenstagen bekam es leichte wassersüchtige Anschwellungen der Hände und Unterschenkel.

Bei der Section, welche Hr. Dr. Gernandt, praktischer Arzt in Mannheim, machte und dessen Freundlichkeit ich den Besitz dieses interessanten Präparates verdanke, — zeigten die Lungen mehrere Infarcte, die Leber ansehnliche Grösse, Blutreichthum und Ausdehnung ihrer Gefässe, und das Gehirn gleichfalls ansehnlichen Blutreichthum. Während die übrigen Körpertheile keine in die Augen fallende Veränderung weiter darboten, lenkte um so mehr aber das Herz schon dadurch die Aufmerksamkeit auf sich, dass es quer über gelagert und sehr ausgedehnt sich zeigte. Von besonderer Grösse erschien der rechte Vorhof und die linke Herzkammer; kleiner war der linke Vorhof und sehr klein die rechte Herzkammer.

Die gewöhnlichen, mit dem Herzen zusammenhängenden Gefässstämme scheinen, so weit es noch an dem mir vorliegenden Präparate sich ersehen lässt, alle vorhanden gewesen zu sein und mündeten auch normalmässig mit den zugehörigen Herzhöhlen zusammen.

Die aus den Herzkammern entspringenden Arterien, Aorta und Art. pulmonalis, verhielten sich in Hinsicht ihres Ursprungs und Verlaufs ganz der Norm gemäss (Fig. 1 u. 2), und der sie verbindende Ductus Botalli war in seiner Rückbildung schon so weit vorangeschritten, dass nur noch eine ganz feine Sonde durch ihn geführt werden konnte (Fig. 1 u. 2. *DB. DB'*).

Die in den linken Vorhof einmündenden Lungenvenen (Fig. 3 u. 5. *Vp.*) sind an dem aufgeschnitten in meine Hände gelangten Präparate nur noch theilweise zu sehen*).

Der rechte Vorhof nahm, wie gewöhnlich, die obere und untere Hohlvene und die grosse Kranzvene des Herzens auf (Fig. 3 u. 4). Die letztere war indess beträchtlich weiter als sonst, und nahm auch eine ausserhalb des Herzens wurzelnde starke Vene noch auf, welche vorn am linken Vorhofe zur Kreisfurche des Herzens herabstieg (Fig. 3 u. 5), von welcher aber an dem Präparate sich nicht mehr ermitteln liess, woher sie kam. Da ihr Verhalten den Fällen nicht unähnlich ist, in welchen die Vena jugularis oder subclavia in die Kranzvene sich ergiesst, so möchte ich vermuthen, dass sie auch hier eine solche Vene noch aufgenommen hatte.

Was nun die Höhlen des Herzens anbelangt, so weichen die des linken Herzens — Vorhof und Herzkammer — am wenigsten von der Norm ab. Nur war die linke Herzkammer ausserordentlich erweitert und communicirte durch ein schräg ovales Loch im obern Theile des Septum ventriculorum mit der rechten Herzkammer (Fig. 2 *Fs*).

Der linke Vorhof zeigte ein weites Foramen ovale (Fig. 5. *F. ov.*), durch welches vom rechten Vorhofe herüber (Fig. 4. *F. ov.*) ein häutiger, von dort aus anfüllbarer Beutel (Fig. 4 u. 5. *Bm.*), welcher im ausgedehnten Zustande noch mehrere secundäre kleinere Ausbuchtungen (Fig. 5) zeigte, in den linken Vorhof hineinragte.

---

*) Von den linken Lungenvenen konnte ich nur eine finden; ob nur eine vorhanden war oder beide linke eine gemeinsame Oeffnung hatten oder ob bei Aufschneiden des Vorhofs die eine in den Schnitt fiel und dadurch unkenntlich wurde, lässt sich an dem Präparate, wie es mir vorliegt, nicht mehr entscheiden.

Die rechte Herzkammer (Fig. 1 u. 2), von der Grösse einer Mandel, hatte ein normales Ostium arteriosum (Fig. 2. *Oad*) mit drei halbmondförmigen Klappen, während von einem Ostium venosum und der Valvula tricuspidalis auch nicht einmal eine Spur zu finden war. Die Oeffnung im Septum ventriculorum (Fig. 2 *Fs*) musste dasselbe ersetzen, um der rechten Herzkammer das für die aus ihr entspringende Lungenarterie erforderliche Blut zuzuführen, — freilich, statt aus dem rechten Vorhofe, nun aus dem linken Ventrikel. Der rechte Vorhof, welcher unter den Herzhöhlen die grösste Geräumigkeit hatte, war durch eine muskulös-häutige Scheidewand (Fig. 4. *Sd ms*), die schräg von dem untern Umfange der Mündung der Vena cava inferior bis in die Nähe des Einganges des rechten Herzohres (Fig. 4. *ad'*), mit nach letzterem hinsehendem freien Rande, durch seine Höhle zog, — in zwei Abtheilungen geschieden, eine obere an den linken Vorhof angrenzende (Fig. 4. *Ado*) und eine untere, über dem rechten Ventrikel gelegene (Fig. 4. *Adu*), welche nur in der Nähe des rechten Herzohres durch eine Lücke mit einander in Verbindung standen, deren Weite dem Durchmesser der Mündung der untern Hohlvene etwa gleich kam. Gegen den freien Rand hin (Fig. 4. *ms*) war diese Scheidewand von muskulöser Beschaffenheit, mit den Fleischbälkchen der Kammmuskeln ähnlichen Muskelbündeln versehen, während ihr entgegengesetztes Ende, mit dem sie sich zwischen der Mündung der V. coronaria magna cordis (Fig. 4. *Ocm*) und der Vena cava inferior durchzog, dünnhäutig und ohne muskulösen Bau gewesen ist. Dieser letztere Theil des Septum, der die Stelle der Eustachischen Klappe einnahm und wonach man das Ganze auch als eine ungewöhnliche Vergrösserung der letztern betrachten muss, — war aber erstens vom untern Rande des Foramen ovale, an dem die Valvula Eustachii sonst anzusitzen pflegt, auf eine Strecke von einigen Linien abgelöst (Fig. 4. *a*), und war zweitens dieser dünnhäutige Theil zu einem Beutel (Fig. 4. *Bm.*) ausgestülpt, mit dem er durch das hier sehr weite offene Foramen ovale (Fig. 4. *F. ov.*), das er im Zustande der Anfüllung so ziemlich verstopfte, in den linken Vorhof hinüberragte (Fig. 5. *Bm.*).

Der an den rechten Ventrikel angrenzende Theil des rechten Vorhofes zeigte an der Stelle, wo sonst der Eingang zur rechten Herzkammer liegt, weder die leiseste Spur einer Oeffnung, noch auch eine Narbe an deren Stelle. In diese untere Abtheilung des Vorhofes mündete bloss die V. coronaria magna cordis ein, während in die über dem schrägen Septum lie-

gende obere Abtheilung die beiden Hohlvenen ihr Blut einführten. Doch war die Stellung der Mündung der obern Hohlvene zu der Lücke, durch welche obere und untere Abtheilung des Vorhofes mit einander in Verbindung standen, eine solche, dass ein Theil des Blutes, das diese zuführte, auch direct nach dieser untern Abtheilung strömen und sie anfüllen musste (Fig. 4. *Ci*). Da der gewöhnliche Ausgang aus dem rechten Vorhofe nach der rechten Herzkammer (Ostium venosum) hier fehlte, so blieb für das durch die obigen Venen dem Vorhofe zugeführte venöse Blut bei beginnender Zusammenziehung seiner Wandungen nur noch ein Ausweg, nämlich durch das Foramen ovale (Fig. 4. *F. ov.*) nach dem linken Vorhofe, offen, um wenigstens auf Umwegen, mittelst der Oeffnung im Septum ventriculorum aus dem linken Herzen wieder in die rechte Herzkammer, wenn auch nur theilweise, zu gelangen. Allein in dieser verhältnissmässig günstigen Lage befand sich eigentlich nur das Blut, das die obere Vorhofsabtheilung füllte, nicht ebenso das, welches in der untern Abtheilung sich befand. Denn zog sich der muskulöse Rand (Fig. 4. *ms*) des schrägen Septums mit der gegenüberliegenden Vorhofswand bei beginnender Systole zusammen, so musste jene Lücke sich verengen oder selbst sphincterartig sich schliessen, so dass das die untere Abtheilung erfüllende Blut nicht oder nur theilweise nach der obern Abtheilung entweichen konnte, um dann durch das Foramen ovale ausgeführt zu werden. Und wäre jener Theil des Septums, welcher am untern Rande des ovalen Loches (der Eustachischen Klappe entsprechend) ansitzen sollte, nicht eine kurze Strecke weit davon abgelöst, wodurch auch von hier aus ein Weg nach dem Foramen ovale sich ergab, — so hätte sich das in dieser untern Abtheilung (Fig. 4. *Adu*) befindende Blut bei jeder Vorhofscontraction in einer Art Sackgasse befunden, in welcher nicht einmal der einzige Zugang als Ausgang wieder benutzbar gewesen wäre.

Diesem Umstande verdankt auch sicherlich jener häutige Beutel, zu dem sich das Septum des rechten Vorhofes durch das ovale Loch nach der linken Vorhofshöhle hinausstülpte, seine Entstehung. Denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Ablösung des dünnhäutigen Theils des Septums vom untern Rande des ovalen Loches einen secundären Zustand darstellt und ursprünglich dieser Rand ebenso angewachsen war, als die Eustachische Klappe es hier zu sein pflegt. Der Andrang des Blutes der untern Vorhofsabtheilung bei jeder Herzcontraction gegen den, den Weg nach dem Foramen ovale sperrenden dünnhäutigen Theil des Septums musste dieses all-

mälig ausdehnen und schliesslich durch's ovale Loch, dem Blutstrome folgend, nach dem linken Vorhofe beutelförmig hinüberstülpen. Dass der so bedeutend ausgedehnte Theil dieses Septums immer dünner und schwächer werden und zuletzt wohl auch durch Ruptur dem immer stärker werdenden Blutandrang erliegen musste, ist selbstverständlich. Hätte sich das verdünnte Septum nicht am untern Rande des ovalen Loches abgelöst, so wäre sicherlich eine Ruptur an einer andern Stelle, etwa am blinden Grunde des Beutels, wo bereits mehrere secundäre Ausbuchtungen sich gebildet hatten, nicht lange ausgeblieben. Wenn nun auch durch diese gewaltsame Ablösung dem Blute dieser untern Vorhofsabtheilung ein Abzugsweg nach dem Foramen ovale geöffnet wurde, so muss doch der Abfluss durch denselben ein sehr ungleicher und wechselnder gewesen sein, da der Beutel nur im zusammengefallenen Zustande das ovale Loch durchgängig liess, im angefüllten dagegen beinahe ganz verstopfte. Die Anfüllung oder das Leerbleiben schien davon abhängig gewesen zu sein, dass die herandrängende Blutwelle den abgelösten beweglichen Rand bald von der einen, bald andern Seite traf, in Folge dessen das Blut entweder in den Sack einströmte und der Rand den Weg nach dem ovalen Loch klappenartig verschloss, oder nach dem letztern ausströmte und den Eingang zum Beutel verschloss.

Es wirft sich nun noch die Frage auf, wie die vorstehend beschriebenen Herzfehler, besonders der Mangel der venösen Oeffnung des rechten Ventrikels, wohl entstanden sind und in welcher ursächlichen Beziehung sie zu der während des Lebens wahrgenommenen Blausucht standen. Wenn man den rechten Ventrikel des Herzens unseres Falles mit dem des Chelonierherzens vergleicht, so möchte man allerdings einige Aehnlichkeit zwischen beiden erkennen und sonach, da das letztere eine Herzform darstellt, welche bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen eine vorübergehende Entwicklungsstufe ist, — geneigt sein, den Mangel der venösen Oeffnung dieses Ventrikels von einer Hemmung der Entwicklung des Herzens abzuleiten, zumal diese noch andere, unzweideutigere Spuren, wie die Oeffnungen im Septum cordis, zurückgelassen hat. Allein bei nur etwas näherer Prüfung und Vergleichung ergiebt sich doch leicht, dass diese Aehnlichkeit nur eine sehr oberflächliche ist und in allen wesentlichen Beziehungen beide Fälle gänzlich verschieden sind, indem namentlich das Chelonierherz ein Ostium atrio-ventriculare dextrum besitzt, dasselbe nur mehr nach dem linken Ventrikel und der Oeffnung im

Septum ventriculorum gerichtet ist und deshalb der Schein veranlasst wird, als entbehre der rechte Ventrikel eines Ostium venosum.

Auch hinsichtlich der Art und Weise, wie das von den Körpervenen kommende Blut seinen Weg durch das Herz nimmt, um zur rechten Herzkammer und der aus dieser entspringenden Lungenarterie zu gelangen, hat das Chelonierherz keinerlei Aehnlichkeit mit der hier vorliegenden Herzanomalie. Denn obschon im Chelonierherzen der Ausgang des rechten Vorhofes so sehr nach dem linken Ventrikel gerichtet ist, dass man denselben an dem von vorn geöffneten rechten Ventrikel nicht wahrnimmt, — so kommt doch das Blut desselben nicht in den linken Ventrikel, um von hier aus erst etwa durch die Oeffnung im Septum ventriculorum in die rechte Herzkammer geführt zu werden, sondern geht direct in die letztere über, da es beim Ausströmen aus dem rechten Vorhofe durch Klappen und die gleichzeitige Anfüllung der linken Herzkammer vom linken Vorhofe aus verhindert wird, nach links zu gelangen. Nur wenn das Athmen unterbrochen wird (wie beim Untertauchen unter das Wasser und dergl.), in Folge dessen auch der Blutzufluss von den Lungen zum linken Ventrikel vermindert oder selbst unterbrochen wird, geht ein Theil des venösen Blutes des rechten Vorhofes auch in die linke Herzkammer über, nicht aber, um von ihr aus nun in die rechte hinübergeführt zu werden, sondern um die aus dem linken Ventrikel entspringende rechte Aorta (für Kopf und vordere Gliedmaassen), welche während der Athemunterbrechung ungenügend mit Blut versehen werden würde, mit, wenn auch nur venösem Blute zu versorgen.

Es lassen sich sonach hier keinerlei Anhaltspunkte dafür gewinnen, dass der Mangel des Ostium venosum als eine Entwicklungshemmung zu betrachten sei. Zieht man nun noch weiter in Erwägung, dass bis jetzt kein Stadium der Herzentwicklung bekannt ist, in welchem die Verbindung zwischen rechtem Vorhofe und rechtem Ventrikel, wenn auch noch so vorübergehend, aufgehoben wäre, so kann selbstverständlich gar keine Rede mehr davon sein, diesen Herzfehler von einer Hemmung der Entwicklung abzuleiten.

Zur Erklärung der Entstehung dieses so auffallenden und seltenen Herzfehlers bleibt nur die Annahme übrig, dass das Ostium venosum des rechten Ventrikels, gleich dem des linken, entwickelt gewesen, aber durch Verwachsung seiner Ränder (in Folge einer fötalen Entzündung derselben) wieder unterging. In dieser Auffassung wird man auch noch durch eine

Beobachtung bestärkt, welche Kreysig (Krankheiten des Herzens, Berlin 1817. III. S. 104) an einem anomalen Herzen machte, das mit dem hier beschriebenen darin überein kam, dass gleichfalls in Folge des Mangels des Ost. venosum der rechten Herzkammer das Blut des rechten Vorhofes durch das ovale Loch in das linke Herz geführt werden musste, um von hier aus seinen Weg zur Lungenarterie zu nehmen; — auch während des Lebens Blausucht wahrnehmbar gewesen. In diesem Falle war an der Vorhofsseite derjenigen Stelle, wo das Ostium venosum dextrum sein sollte, eine Art Narbe, d. h. „ein sehniger Mittelpunkt" zu bemerken, nach welchem hin die Fleischbündel sich zusammengezogen hatten. Dass dies wirklich eine Narbe gewesen, die in Folge der Verwachsung des vorher durchgängig gewesenen Ostiums sich gebildet, wird dadurch noch wahrscheinlicher, dass im rechten Ventrikel an der Stelle der venösen Oeffnung, nach dem rechten Vorhofe hin, eine blindsackähnliche Ausbuchtung sich befand, die offenbar ein Ueberrest des vorhanden gewesenen Ost. venosum gewesen ist, so dass hier kaum ein Zweifel über die Entstehungsweise dieses Herzfehlers obwalten kann.

Ein ähnlicher, in dieser Beziehung sehr belehrender Fall wurde auch in neuster Zeit von W. Schuberg (Virchow's Archiv Bd. XX. S. 294) beobachtet, der mit dem unserigen darin übereinstimmt, dass in Folge Mangels der venösen Oeffnung der rechten Herzkammer das venöse Blut des rechten Vorhofes durch das weit offene Foramen ovale in das linke Herz seinen Weg nehmen musste, um durch eine Oeffnung im Septum ventriculorum in die sehr kleine rudimentäre rechte Herzkammer und von hier aus erst in die Lungenarterie zu gelangen. Auch hier fanden sich die unzweideutigsten Spuren einer Verwachsung des vorhanden gewesenen Ost. venosum dextr. vor. Der rechte Vorhof zeigte auf seinem, über der rechten Herzkammer liegenden Boden, da, wo sonst das Ost. venosum dextrum sich zu finden pflegt, „eine buchtig eingezogene Stelle, an der das Endocardium verdickt war und ein sehniges, narbiges Aussehen darbot," und im rechten Ventrikel fanden sich, jener narbigen Einziehung im rechten Vorhofe gerade gegenüber, „zwei kleine trichterförmige Ausbuchtungen, welche die Stelle der Verwachsung des Ost. venosum dextrum darstellten."

Bei der Aehnlichkeit, welche diese Fälle sonst mit dem unserigen haben, sind wir daher wohl berechtigt, auch für den Mangel des Ost. venosum dextrum unseres Falles die gleiche Entstehungsweise anzunehmen.

Das den rechten Vorhof in zwei Abtheilungen sondernde Septum muss wohl als eine excessive Entwicklung der Eustachischen Klappe betrachtet werden; denn zu keiner Zeit des Fötallebens hat die letztere eine solche Grösse, dass sie, wie im vorliegenden Falle, den Vorhof in solche zwei Abtheilungen trennte. Es ist wohl möglich, dass von diesem Bildungsexcess alles Uebrige der vorstehenden Herzanomalie seinen ersten Anstoss empfing. Dass stärkere Entwicklung der Eustachischen Klappe mit dem Offenbleiben des ovalen Loches zusammenzufallen pflegt, ist eine alte, schon von Wolff, Sandifort, Meckel u. A. gemachte Wahrnehmung. In dem vorliegenden Falle kann es gar keinem Zweifel unterliegen, dass die excessive Ausbildung der Valv. Eustachii das Offenbleiben des Foramen ovale bedingte, da der grösste Theil des Blutes, das die Hohlvenen dem rechten Vorhofe zuleiten, auch dann noch durch das ovale Loch in den linken Vorhof abgeführt werden musste, wenn das Ostium venosum nicht verschlossen gewesen wäre. Ebenso kann man sich auch vorstellen, dass die Verwachsung und Schliessung des Ostium venosum dextrum um so leichter vor sich gehen konnte, wenn die Hauptmasse des Vorhofblutes abgehalten wurde, gegen dasselbe hinzuströmen. Sehen wir doch auch normalmässig den Ductus Botalli und das Foramen ovale nur deshalb allmälig sich verengen und endlich schliessen, weil der Blutstrom beim Eintritt der Athemthätigkeit der Lungen von ihnen abgelenkt wird.

Was nun noch die Blausucht betrifft, welche während des Lebens in unserm oben beschriebenen Falle wahrnehmbar gewesen ist, so liefert der Befund der Herzorganisation vollständige Aufklärung darüber. Welche der vorgefundenen Herzanomalien indess zunächst zur Entstehung der Cyanose in ursächlicher Beziehung standen, darüber können möglicherweise verschiedene Ansichten obwalten. Denn früher hat man die Blausucht ganz allgemein als die Folge einer Vermischung des arteriellen Blutes mit venösem, welche durch Offenbleiben des Foramen ovale oder Ductus Botalli oder durch defecten Zustand das Septum ventriculorum bewirkt werde, betrachtet. Demgemäss müsste man auch in unserm Falle in der sehr vollständigen, durch das Foramen ovale vermittelten Vermischung des arteriellen Blutes mit dem venösen die Ursache der Cyanose suchen. Allein der Umstand, dass das Foramen ovale so äusserst häufig offen gefunden wird, ja das Septum atriorum oder ventriculorum sehr defect sein oder selbst gänzlich fehlen kann, was doch noth-

wendig die vollständigste Vermengung des arteriellen mit venösem Blute zur Folge haben muss, ohne dass dies Cyanose veranlasst hätte, musste wesentliche Bedenken gegen die Richtigkeit dieser Ansicht erregen. Rokitanski hat daher auch schon vor bereits 20 Jahren die Haltlosigkeit dieser Ansicht dargethan und nachgewiesen, dass die Blausucht vielmehr immer durch Hemmnisse veranlasst wird, welche das venöse Körperblut in seiner Entleerung in das Herz, beziehungsweise in seinem Abflusse aus dem Herzen findet, somit das Wesen der Cyanose nicht in einer zu sehr venösen Beschaffenheit des durch die Arterien nach den Capillaren strömenden Blutes, sondern darin besteht, dass die Wurzeln der Venen und die Capillargefässe, in Folge erschwerten Abflusses nach dem Herzen, zu sehr mit venösem Blute überfüllt bleiben. Diejenigen Herzfehler, welche eine Vermischung des arteriellen mit venösem Blute ermöglichen, sind hiernach niemals Ursache der Cyanose, wohl aber Folge derselben, d. h. die Folge der Hindernisse, auf welche das venöse Blut bei seiner Abfuhr aus dem rechten Herzen stösst. In unserm Falle waren die Hindernisse, welche das vom Körper kommende venöse Blut auf seinem Wege durch das Herz fand, gross genug, um die cyanotischen Erscheinungen im Leben als Folge einer Ueberfüllung der Venen und dadurch auch der Capillargefässe mit venösem Blute begreiflich zu machen.

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1. Stellt das im Vorausgehenden beschriebene Herz eines sechs Wochen alten Kindes von vorn dar.

Ad. Rechter Vorhof.

ad. Rechtes Herzohr.

Cs. Obere Hohlader.

Vd. Rechter Herzventrikel.

Ap. Stamm der Art. pulmonalis.

r.p. Aeste derselben zu den Lungen.

DB. Ductus Botalli.

Fig. 2. Dasselbe Herz ebenfalls von vorn dargestellt; nur ist die linke und rechte Herzkammer, wie auch der Stamm der Lungenarterie geöffnet. Die Bezeichnung der Theile wie in voriger Figur.

Vs. Geöffnete linke Herzkammer.

Mtr. Ein Theil der Valvula mitralis.

Vd. Geöffnete rechte Herzkammer.

Fs. Schräg ovale Oeffnung im obern Theil des Septum ventriculorum, durch welche ein Theil des Blutes des linken Ventrikels in den rechten einströmen konnte. Bemerkenswerth ist, dass der noch über derselben befindliche oberste Theil der Kammerscheidewand nicht häutig verdünnt, sondern muskulös dick gewesen ist.

Oad. Ostium arteriosum der rechten Herzkammer mit den normal entwickelten drei Valvulae semilunares. Von einem Ostium venosum und einer Valvula tricuspidalis war nichts vorhanden.

Ap'. Geöffneter Stamm der Lungenarterie.

DB'. Ductus Botalli schon beinahe ganz, bis auf ein enges Kanälchen, obliterirt.

Fig. 3. Stellt dasselbe Herz von hinten dar.

Ad. Atrium dextrum.

Cs. Ven. cava superior.

Ci. Ven. cava inferior.

ccm. Ven. coronaria magna cordis.

rs. Vene, welche an der vordern Fläche des linken Vorhofes herabkommend mit der vorhergehenden zusammenfloss, ohne dass sich noch ermitteln liess, woher sie kam (wahrscheinlich eine Vena jugularis oder subclavia).

As. Atrium sinistrum.

Vp. Venae pulmonales; links schien nur eine vorhanden gewesen zu sein.

Vs. Ventriculus sinister cordis.

Fig. 4. Dasselbe Herz gleichfalls von hinten dargestellt, nur ist der rechte Vorhof durch einen, in der Mündung der unteren Hohlvene begonnenen schrägen Schnitt geöffnet. Die Bezeichnung der Theile wie in voriger Figur.

Ads. Obere Abtheilung des geöffneten rechten Vorhofes.

Adi. Untere Abtheilung desselben.

Sa. Scheidewand der Vorhöfe (Septum atriorum).

Fo. Foramen ovale in derselben.

Sd. Eustachische Klappe, durch excessive Entwicklung zu einer Scheidewand des rechten Vorhofes umgebildet, welche denselben in eine obere (*Ads*) und untere Abtheilung (*Adi*) schied.

ms. Freier Rand dieses Septums, mit der gegenüberliegenden Vorhofswand eine Lücke umgrenzend, welche die Höhlung der obern Vorhofsabtheilung mit der untern verbindet und durch welche ein Theil des Blutes der obern Hohlvene, (wie dies durch den in letztere gelegten Pfeil angedeutet wird) in die untere Abtheilung (*Adi*) gelangen konnte.

ms'. Eingeschnittener Rand dieses Septums, durch den Schnitt veranlasst, welcher den Vorhof von hinten öffnete.

ms''. Unten abgelöster Rand desselben Septums, d. h. der vergrösserten Eustachischen Klappe, eine längliche spaltförmige Oeffnung (*i*) mit dem untern Rande des Foramen ovale bildend, durch welche das in die untere Vorhofsabtheilung ergossene venöse Blut nach dem ovalen Loche und durch dieses in den linken Vorhof (Fig. 5. *i*) gelangen konnte.

Ocm. Mündung der grossen Kranzvene des Herzens, ohne Thebesische Klappe.

Bm. Beutel, zu welchem das rechte Vorhofsseptum, bezw. die Eustachische Klappe sich durch das weite Foramen ovale in den linken Vorhof hinüberstülpte.

Bm'. Zugang zur Höhle dieses Beutels.

ma. Rand des eingeschnittenen Vorhofes.

Ci. Rand der Mündung der untern Hohlvene.

ad. Eingang zum rechten Herzohre.

Fig. 5. Linker Vorhof und linke Herzkammer desselben Herzens geöffnet dargestellt.

Vp. Mündungen der Venae pulmonales in den linken Vorhof. Von der linken war an dem Präparate nur eine zu finden.

ma. Durchschnittene Vorhofswand.

as. Eingang zum linken Herzohr.

Fo. Foramen ovale. Die Klappe desselben war sehr schwach entwickelt.

Bm. Beutel, durch Hervorstülpung der vergrösserten Eustachischen Klappe gebildet, dessen blinder Grund noch vier secundäre Ausbuchtungen, welche sehr dünnhäutig waren, zeigte.

s. Deutet den Weg an, welchen das Blut aus der obern Abtheilung des rechten Vorhofes durch's Foramen ovale nahm.

i. Zeigt den Weg, welchen das Blut aus der untern Abtheilung des rechten Vorhofes durch's ovale Loch nach dem linken Vorhofe nahm.

mv. Rand der durchschnittenen Wandung des linken Herzventrikels.

mtr. Valvula mitralis des geöffneten und auseinander gelegten Ostium venosum dieser Herzkammer.

Pp. Musculi papillares.

Tb. Netzförmig verbundene Fleischbälkchen der Innenfläche der Herzkammer.

Beitrag zur Physiologie des menschlichen Ohres.

Von

Dr. H. A. Rinne.

§. 1. In einer früheren Schrift über die Schallleitung im mittleren und inneren Ohre habe ich vielfach Gelegenheit gehabt, mich über die für verschiedene Theile des Ohrs behauptete Resonanz und deren angeblichen Nutzen für das Gehör des Menschen auszusprechen. Indem ich auf diesen Gegenstand zurückkomme, halte ich es, um Missverständnissen vorzubeugen, für gerathen, meinen Standpunkt in Betreff dessen Beurtheilung zu präcisiren. Alle unsre Empfindungen, so unähnlich sie den äusseren Agentien sein mögen, müssen Eins leisten, wenn sie treue Leiter für unser Urtheil über die Welt und für unsre Handlungen sein sollen: sie müssen den empfangenen Eindrücken proportional sein. Ich fürchte nicht so verstanden zu werden, als verlangte ich etwa vom Geschmackssinne, er solle sich zum Geruchssinne verhalten, wie schmeckbare Stoffe zu riechbaren; von einer Proportionalität so disparater Empfindungen, wie die verschiedenen Sinne sie uns liefern, kann natürlich nicht die Rede sein; die Forderung entsprechender Proportionen der Empfindungen bezieht sich bei den nachfolgenden Untersuchungen auf Proportionen der Intensität.

Mögen sich im Gehörorgan mancher Thiere nun allerdings Vorrichtungen finden, welche dasselbe befähigen, Töne von einer gewissen Höhe vorzugsweise vor allen nicht nur zu leiten, sondern durch Resonanz zu verstärken — es lassen sich ohne Zweifel solche Störungen der Proportionalität in den Sinneswahrnehmungen aus den besonderen Bedürfnissen der betreffenden Thiere genügend erklären (vergl. Anmerk.) — so

glaube ich doch beim menschlichen Ohre im Allgemeinen die Voraussetzung machen zu dürfen, dass dasselbe alle Geräusche und Klänge mit möglichst der Elongation der Schallschwingungen proportionaler Stärke fortleiten werde. Ich komme später auf die Veranstaltungen zurück, welche die Bevorzugung einzelner Töne oder Tonreihen zu verhüten bestimmt sind; hier füge ich nur noch bei, dass ich trotz alledem nicht beabsichtige, alle Resonanz im menschlichen Ohre zu läugnen. Auch die kunstvollste Anordnung von Knochen, Knorpel, Membranen, Luft und Wasser wird nie im Stande sein, die aller Materie inwohnende Elasticität zu beseitigen, und jeder begrenzte elastische Körper wird mehr oder weniger auch zur Resonanz befähigt sein. Aber den geringen Rest von Resonanz, der in Folge dieser Unmöglichkeit dem Ohre bleibt, werden wir nicht als Zweck oder als Mittel zum Zweck, sondern als unvermeidlichen Uebelstand betrachten müssen.

Nur ein Theil des Ohres lässt sich mit einem grossen Scheine von Wahrheit aus einem andern Gesichtspuncte auffassen. Während die supponirten Resonanzen, welche in den grösseren Abtheilungen des Ohres stattfinden sollen, einen je nach der Grösse und Elasticität der betreffenden Abtheilung verschieden hohen Ton unverhältnissmässig verstärken würden, während ein stärkerer Uebergang von Schallwellen aus den Kopfknochen neben diesem Uebelstande noch den mit sich bringen müsste, dass die Schwingungen des Trommelfells und der Ablauf der regelmässig zugeführten Schallwellen im Labyrinth mancherlei Störung erlitten, nimmt die Helmholtz'sche Hypothese für das Cortische Organ die Fähigkeit in Anspruch, durch die Resonanz der verschiedenen einzelnen ihm angehörigen Fasern die von aussen zugeführten Töne einzeln und in richtiger Proportion zu verstärken, und zwar so, dass die Geschwindigkeit der jeder einzelnen Faser möglichen Schwingungen unveränderlich sein, also nur die Aufnahme eines Tones von bestimmter Höhe möglich machen, und die übrigen ausschliessen soll. Ohne mich vorläufig in eine detaillirtere Darstellung der genannten Hypothese einzulassen, glaube ich dennoch schon hier aussprechen zu müssen, dass ich dieser Hypothese, welche der in meiner frühern Arbeit ausgesprochenen Ansicht von der Leistung des Cortischen Organs gegenüber steht, so sehr sie der von mir geforderten Proportionalität der Gehörempfindungen zu dienen verspricht, mich gegenwärtig beizutreten ausser Stande sehe. Die nähere Begründung meiner Annahme, welche früher weniger nöthig erschien, so lange die entgegengesetzte Ansicht noch keine ausführliche Darstellung gefunden

hatte, ist jetzt unerlässlich, und wird am Schlusse der vorliegenden Arbeit, nachdem ich der Reihe nach die supponirten Resonanzen in anderen Theilen des Ohrs werde betrachtet haben, erfolgen.

Anmerkung. So finde ich am Boden der Trommelhöhle des Iltis, nach hinten und innen vom Annulus tympanicus, die beiden letzten Zellen durch ein elastisches Häutchen von der Dicke des Trommelfells von oben her bedeckt. Dieses accessorische Trommelfell ist ohne Zweifel befähigt, auf Töne von bestimmter Höhe zu resoniren, und so den an das Schneckenfenster anschlagenden Luftwellen eine grössere Intensität zu verleihen. Eine Verwerthung dieser Thatsache für eine detaillirtere Theorie der Schallleitung im Ohre und besonders der Schnecke des Iltis dürfte aber so lange als verfrüht zu betrachten sein, als wir die Grösse der übrigen einzelnen für das Gehör des Iltis massgebenden Factoren kaum annähernd anzugeben wissen. Im Ganzen möchte der Gedanke nahe liegen, dass jenes accessorische Trommelfell vorzugsweise befähigt sein wird, die Töne der Thiere, die dem Iltis zur Beute dienen, zu verstärken, und ihm so deren Jagd zu erleichtern.

§. 2. Der Ohrknorpel wird in zweierlei Weise als resonirend betrachtet. Einmal soll bei seiner eigenthümlichen Gestaltung jede das Ohr treffende Luftwelle, mag ihre Richtung sein, welche sie will, in der verschiedensten Weise reflectirt werden, wobei Durchkreuzungen der Wellen entstehen, welche wahrscheinlich in der Mehrzahl der Fälle Verstärkungen des Tons durch Aufeinanderfallen von Wellenbergen oder Thälern herbeiführen werden *). Dabei soll jedoch die Schärfe des Gehörs durch vollständigen Mangel des äussern Ohres nicht wesentlich beeinträchtigt werden **). Harless setzte auf die Oeffnung des äussern Ohres ein ½ Zoll langes Glasröhrchen von der Weite des Gehörganges, und umgab seinen untern Rand mit einer dichten Masse Teiges. Am Ende eines langen Corridors wurde eine Taschenuhr frei aufgehängt und der Kopf gegen die Schallquelle so gekehrt, dass die Oeffnung des äussern Gehörganges ausser der Direction der Schallquelle sich befand. Nachdem zuerst der Punct ermittelt war, an welchem Harless eben noch mit grösster Aufmerksamkeit das Picken der Uhr vernehmen konnte, wurde das Röhrchen in der Richtung der Axe des Gehörganges fest aufgesetzt, und auch jetzt noch vernahm Harless das Picken der Uhr.

Bei diesem Versuche war das Ohr des Experimentators auf die Schallwellen beschränkt, welche in die Oeffnung des Glasröhrchens eintraten und bei dessen Fehlen unmittelbar in den äussern Gehörgang eingetreten sein würden, und auf die,

*) Harless in Wagner's physiol. Handwb. IV, 368.

**) Ibid. 350.

welche der Ohrknorpel aus der Luft in seine Substanz aufgenommen hatte. Das Gehör war nicht merklich geschwächt, und wirklich sonderbar wäre es, wenn der Erfolg ein andrer gewesen wäre. Keineswegs konnte der Versuch für die Unschädlichkeit des vollständigen Mangels des äussern Ohrs benutzt werden. Von den Schallstrahlen, welche für gewöhnlich in den äussern Gehörgang eintreten, fehlten nur die wenigen, welche durch Reflexion von Seiten der Concha in der Richtung des Gehörganges concentrirt und hineingeleitet werden. Dass dieses geringe Minus keinen sehr merklichen Erfolg haben konnte, ist begreiflich. Die oben herbeigezogenen Durchkreuzungen der Wellen müssen zwar allerdings als Resonanz bezeichnet werden, und ich denke in sofern jener Behauptung nicht entgegenzutreten. Was aber eine solche Resonanz in der Nähe des Ohrknorpels oder auch des äussern Gehörganges für unsere Gehörwahrnehmung nützen soll, ist nicht ganz begreiflich. Ein oscillationsfähiges Körperchen, in den unmittelbaren Bereich jener Durchkreuzungen gebracht, würde vielleicht die dadurch bewirkte Verstärkung der Luftwellen durch stärkere Oscillationen zeigen, aber für unser Ohr sind dieselben rein verloren. Nun wird man einwenden, dass die angegebenen Durchkreuzungen in unmittelbarer Nähe des Ohrknorpels, im Contacte mit ihm geschehen, also auf ihn zurückwirken müssen. Dabei haben wir aber zwei Fälle zu unterscheiden. Wird ein Schallstrahl von einem Puncte des Ohrknorpels zu einem zweiten Puncte desselben reflectirt, und trifft hier mit einem zweiten directen Schallstrahle zusammen, so haben wir allerdings eine Wellendurchkreuzung von sicherem Effecte für den Ohrknorpel, und können von einer Verstärkung reden. Viele Schallstrahlen jedoch treffen die Oberfläche des Ohrknorpels nur in einem Puncte, um wieder nach aussen reflectirt zu werden. Bei dieser Reflexion werden sie sich ebenfalls in unmittelbarer Nähe des Ohrknorpels mit anderen Schallwellen kreuzen, oder um mich genauer auszudrücken, jedes kleinste Segment einer Schallwelle wird sich im Momente seiner Reflexion mit dem nächstfolgenden kleinsten Segmente derselben Schallwelle kreuzen. Aber wir können diese Kreuzung, welche bei keiner Reflexion fehlt, nicht noch einmal als Resonanz in Rechnung bringen.

§. 3. Noch in einer zweiten Beziehung schreibt man dem Ohrknorpel eine Verstärkung des Tons durch Resonanz zu, und zwar durch Summirung von Schallwellen innerhalb seiner Substanz. Werden auch pathologische Erfahrungen angeführt, bei denen Fehlen des ganzen äussern Ohrs die Schärfe des

Gehörs durchaus nicht beeinträchtigt haben soll, so dürfen dieselben doch theoretischen Betrachtungen und unzweideutigen Experimenten gegenüber wenig Gewicht haben. Geht einem Menschen der Ohrknorpel verloren, so mag er immerhin versichern, ebenso scharf zu hören, wie vor dem Verluste; es liegt seiner Behauptung kein exacter Versuch, sondern nur eine oberflächliche Schätzung zu Grunde. Theoretische Betrachtungen dagegen zeigen uns, dass der Uebergang von Luftwellen in den Ohrknorpel nicht so ganz unbeträchtlich sein kann. Schon auf Holz, Metall, wie bei Flötenwerken, beim Sprachrohr u. s. w. geht ein merklicher Antheil der Schwingungen aus der Luft über, ein sehr beträchtlicher auf gespannte Membranen. Zwischen beiden Arten der Körper, den festern elastischen und den nur durch Spannung elastischen, steht der Ohrknorpel in Beziehung auf seine Fähigkeit zur Aufnahme von Schallwellen ungefähr in der Mitte. Am leichtesten ist die grosse Befähigung des Ohrknorpels, Schallwellen aus der Luft in sich aufzunehmen, bei dem einfachen Versuche nachzuweisen, bei welchem das Ohr mit dem Finger oder einer möglichst unelastischen Masse im Eingange verstopft wird, um den Schall abzuhalten. Jedem ist bekannt, dass dadurch nur leise Töne unhörbar werden, dass aber schon eine mässig laute Rede deutlich vernommen wird. Directe Versuche, in denen alle Krümmungen der Ohrmuschel mit einer weichen Masse verstrichen wurden, ohne den äussern Gehörgang zu verschliessen, zeigen eine merkliche Schwächung des Gehörs *). Ich selbst habe mehrere Versuche angestellt, bei denen ich den Ohrknorpel mit Brodteig vollständig bedeckte. Nur für das unmittelbare Eindringen der Schallwellen in den Meatus auditorius externus war eine der Weite des letzteren entsprechende Oeffnung frei geblieben. Die Entfernung, in der ich das Picken meiner Uhr in verschiedenen Richtungen hörte, war nach Maassgabe mehrerer Versuche durchschnittlich:

Vorn . . .	2′	3″
Rechts . . .	4′	1″
Hinten . . .	1′	4″
Links . . .	3′	8″

Machte ich den Versuch in den genannten Richtungen und in den dazwischenliegenden schrägen mit unbedecktem Ohrknorpel, so war das durchschnittliche Resultat:

---

*) Wagner's physiol. Handwtb. IV, 350.

Vorn	6′	9″
Vorn links	6′	5″
Links	6′	9″
Hinten links	5′	4″
Hinten	4′	9″
Hinten rechts . . .	5′	3″
Rechts	7′	2″
Vorn rechts	7′	1″

So wenig diese wie alle ähnlichen Versuche auf Genauigkeit Anspruch machen können, so scheinen sie mir doch im Allgemeinen für meine obige Behauptung genügend beweiskräftig. Auch dass die Schwächung der Schallintensität durch Bedeckung des Ohrknorpels nicht in allen Richtungen in gleicher Proportion erfolgte, dass z. B. das Verhältniss der Hörweite von vorn zu der von rechts = 2′ 3″ : 4′ 1″ bei bedecktem Ohrknorpel ein ganz anderes war, als bei unbedecktem Ohrknorpel, wo es sich = 6′ 9″ : 7′ 2″ herausstellte, spricht nicht gegen ihre Beweiskraft. Denn auf das bedeckte Ohr konnten nur in seitlicher Richtung stärkere Schallstrahlen einwirken, die von vorn kommenden Schallwellen trafen dasselbe nur mit ihrer sehr abgeschwächten seitlichen Ausbreitung, dagegen das unbedeckte Ohr auch in der Richtung von vorn noch von Theilen der Schallwellen getroffen wurde, welche sehr wenig von der Bichtung der stärksten Intensität abwichen, und zwar wurde es, wenn auch im Ganzen spitzwinklig, doch in Folge der viefachen Krümmungen seiner Oberfläche in vielen Puncten rechtwinklig getroffen, also in einer Richtung, welche dem Uebergange von Schallwellen aus einem Mittel in ein anderes vorzugsweise günstig ist.

Was die Grösse des Anheftungswinkels des äussern Ohres betrifft, so halte ich dieselbe nicht für so wichtig, wie es von Vielen geschehen ist. Allerdings werden grössere Verschiedenheiten derselben die Folge haben, dass manche Menschen die senkrecht von der Seite einfallenden Klänge verhältnissmässig deutlicher vernehmen, andere solche, die aus einer andern Richtung anlangen. Eine Wiederholung meiner oben mitgetheilten Versuche durch mehrere Individuen würde wahrscheinlich eben so viele geringe Abweichungen von dem dort gefundenen Resultate ergeben, ohne dass sich deshalb behaupten liesse, dieser oder jener Anheftungswinkel sei der zweckmässigste. So verschieden derselbe bei verschiedenen Menschen sein mag, immer wird der Ohrknorpel vermöge seiner manchfachen Krümmungen unter den verschiedensten Winkeln von den Schallstrahlen

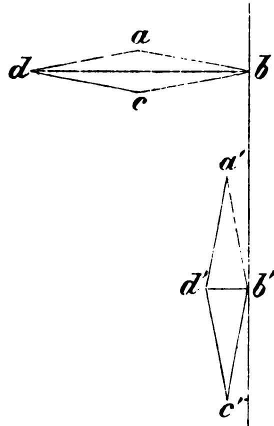
getroffen. Die Intensität der in seine Substanz übergehenden Wellen wird also vom Anheftungswinkel verhältnissmässig unabhängig sein, und wir können ihn unberücksichtigt lassen.

§. 4. Ob die demnach wirklich in den Ohrknorpel eingetretenen Schallwellen sich in Folge ein- oder mehrmaliger Reflexion zu Wellen der Resonanz summiren können, wäre jetzt zu untersuchen. Schon vor einer eingehenden Betrachtung ist es klar, dass eine Resonanz in der Substanz des Ohrknorpels für unsere Schallwahrnehmungen nicht ebenso irrelevant sein würde, wie die früher erwähnten Wellendurchkreuzungen in den dem Ohre naheliegenden Luftschichten. Denken wir uns im Gegentheil die Welle *a* vom Ende des Meatus auditorius cartilagineus nach dem Aussenrande des Ohrknorpels reflectirt, von dort wieder zurück u. s. w., so wird sie allerdings bei jeder Reflexion eines Theils ihrer Intensität verlustig gehen, aber der ihr bleibende noch so geringe Rest muss sich doch mit den neu eintretenden Schallwellen *b*, *c* u. s. w. so lange summiren, bis der dem Anwachsen proportional gesteigerte Verlust mit dem jedesmaligen Gewinne gleich geworden ist. Der Meatus auditorius cartilagineus müsste durch Vermittlung der Luft des ganzen Gehörganges für das Gehör dasselbe leisten, was der Resonanzboden eines Klaviers leistet, aber allerdings auch mit demselben die Inconvenienz theilen, dass er nicht Töne von jeder Höhe gleichmässig verstärkte. Früher von mir aufgefundene Mechanismen zur Verhütung der Resonanz in anderen Abtheilungen des Ohrs machen glaublich, dass die Natur auch am Ohrknorpel zur Erreichung desselben Zweckes Vorkehrungen getroffen haben wird.

Betrachten wir zunächst den Ablauf der Schallwellen im Ohrknorpel ohne Rücksicht auf die Differenz in der Geschwindigkeit der Schallleitung, welche zwischen festen und luftförmigen Körpern stattfindet. Ohne vorläufig die Beugungsschwingungen des Ohrknorpels, welche, obgleich von sehr geringer Weite, doch vorhanden sein müssen, zu berücksichtigen, untersuchen wir nur die primären. Diese müssen, wenn sie bei ihrem Ablauf im Knorpel an einer freien Oberfläche, also an einer von Luft begrenzten, anlangen, unter gleichem Winkel reflectirt werden. Bei dieser Reflexion verwandeln sich, wie an den freien Enden longitudinal schwingender Stäbe und an den offenen Mündungen von Labialpfeifen, Verdichtungswellen in Verdünnungswellen, und vice versa. Da bei je zwei Wellen entgegengesetzter Beschaffenheit, welche bei der Reflexion an der Grenzfläche zusammentreffen, die Moleküle in gleicher Richtung os-

cilliren, so bilden sich an dieser Grenzfläche normale Schwingungen, und zwar sind nach dem Gesetze des Kräfteparallelogramms diese letzteren um so intensiver, je mehr der Reflexionswinkel sich dem Rechten nähert. Ist die beinahe rechtwinklig aufprallende Verdichtungswelle *ab* der Figur 1 von gleicher Stärke mit der spitzwinklig einfallenden *a'b'*, *bc* und *b'c'* die reflectirten Verdünnungswellen, so verhält sich die Intensität der in *b* sich bildenden nach aussen gerichteten normalen Schwingung zu der in *b'* sich bildenden, wie *db* zu *d'b'*. Die reflectirte Welle ist, da ein Theil der Bewegung an die angrenzende Luftschicht abgegeben ist, immer beträchtlich schwächer, als die zuerst in den Knorpel eingetretene. Sie kann sehr wohl, entweder weil ihre anfängliche Richtung eine quere war, oder in Folge der vielfachen Krümmungen des Ohrknorpels, noch mehrfach unter Bildung neuer normaler Oscillationen an der Oberfläche und Verwandlung ihrer Dichte in Verdünnung und umgekehrt, reflectirt werden; bei jeder Reflexion aber wird sie im Verhältniss der abgegebenen Bewegung beträchtlich geschwächt. Langt sie nun nach alledem in dem Meatus auditorius cartilagineus an, so muss sie, vereint mit solchen Wellen, welche durch die Umstände begünstigt, keiner Reflexion ausgesetzt waren, auf die Luft desselben übergehen. Wurde sie 1, 3, 5 mal u. s. w. reflectirt, so wird ihre Molecularbewegung der Molecularbewegung der directen Welle entgegengesetzt sein, geschah die Reflexion 2, 4 mal u. s. w., so ist sie mit der directen gleichartig. Im ersten Falle wird die directe Welle geschwächt, im zweiten verstärkt; in keinem Falle aber kommt es in Folge der Summirung oder Interferenz zur Verdoppelung oder gänzlichen Vernichtung der directen Welle. Im Gegentheile möchte, da die Wirkung der 1, 2, 3 oder mehrmal unter den verschiedensten Winkeln reflectirten und eben so oft in's Entgegengesetzte transponirten, dabei immer mehr geschwächten Wellen nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung sich gegenseitig durch Interferenz gänzlich oder beinahe aufheben muss, die directe Welle wohl beinahe immer unverändert im Anfange des knöcher-

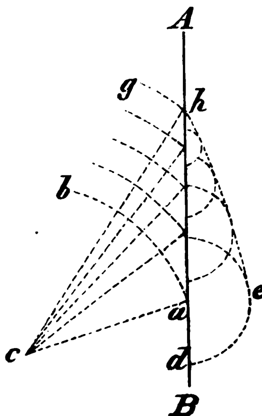
Fig. 1.



nen Gehörganges anlangen, und auf die Luft desselben übergehen.

§. 5. Im vorigen Paragraph konnten wir den Unterschied in der Geschwindigkeit der Schallleitung, welcher zwischen Knorpel und Luft besteht, unberücksichtigt lassen. Im Folgenden jedoch betrifft unsere Untersuchung die oben erwähnten directen Wellen und ihre Bildung und Fortleitung und das Resultat ist sehr wesentlich durch diesen Unterschied beeinflusst. Wäre die Schallleitung im Knorpel langsamer, als in der Luft, so würde eine Brechung der Schallstrahlen wie in der Figur 2 stattfinden. Denn da von jedem durch eine Schallwelle getroffenen Puncte eine kleine Partialwelle sich, soweit es das Schallmittel gestattet, kugelförmig nach allen Seiten ausbreitet, so müssen von den Puncten der Grenzfläche *AB*, welche in fünf gleich grossen Intervallen von der von *ab* nach *gh* fortschreitenden Luftschallwelle getroffen werden, eine Menge solcher Partialwellen ausgehen, welche sich in der Form *hed* summiren. Die stärkste Summirung findet, wie die Figur zeigt, zwischen *h* und *e* statt, und die Richtung der Schallstrahlen innerhalb dieser Strecke ist senkrecht auf die verschiedenen möglichen Tangenten der Curve *he*. Aber in dieser Richtung müsste die Intensität der ganzen Welle merklich abnehmen, und der übrigbleibende Rest dem Schicksale der oben betrachteten Theile der Schallwelle verfallen und nach vielfachen Reflexionen für unsere Gehörempfindung verloren gehen.

Fig. 2.



Nun ist aber die Schallleitung im Knorpel, wie in allen festen elastischen Körpern, beträchtlich geschwinder, als in den luftförmigen, und in Folge davon finden wir nicht eine Schwächung, sondern eine Concentration der Schallstrahlen nach dem Gehörgange zu. Denken wir uns die Grenzfläche *AB* der Figur 3 durch die von *c* ausgehende Schallwelle während deren Fortschreitens von *ba* nach *gh* sehr spitzwinklig getroffen, so bilden sich von den einzelnen zwischen *a* und *h* liegenden Puncten aus ebensoviele Partialwellen, welche sich zusammen zu

der Gesammtwelle *ikl* summiren. Ebenso treffe die von *c'* in der Fig. 4 ausgehende Welle während ihres Fortschreitens von *a'* nach *h'* die successive zwischen diesen Grenzen liegenden Theile der Fläche *A' B'*, und zwar unter einem Winkel, der sich mehr dem Rechten nähert. Hier summiren sich die Partialwellen zur Gesammtwelle *i' k' l'*. Die Form beider Gesammtwellen ist beträchtlich verschieden, aber in einem Puncte stimmen sie überein, und zwar in einem solchen, der für ihre Wirksamkeit auf unsre Gehörempfindung von der entschiedensten Wichtigkeit ist. Sie breiten sich nicht gleichmässig nach allen Seiten aus; vielmehr weichen ihre vorderen Grenzen nach der Seite von *B* und *B'* immer weiter auseinander, rücken dagegen nach *A* und *A'* zu, immer näher zusammen, so dass sie sich selbst theilweise decken. Nach *A* und *A'* zu also findet sich parallel mit *AB* und *A' B'* die Richtung ihrer stärksten Wirksamkeit, Verdichtungswellen summiren sich mit Verdichtungswellen, Verdünnungswellen mit Verdünnungswellen. Es ist dies eine Art der Schallmittheilung, welche wir, wenn wir jede Schallverstärkung als Resonanz bezeichnen wollen, uns genöthigt sehen werden, als Unterart der von den Brüdern Weber*) als erste Art

Fig. 3.

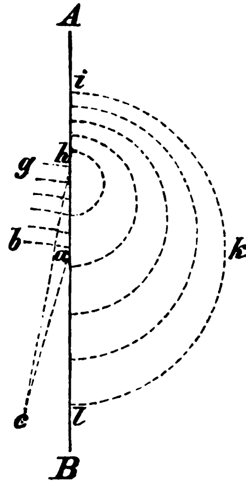
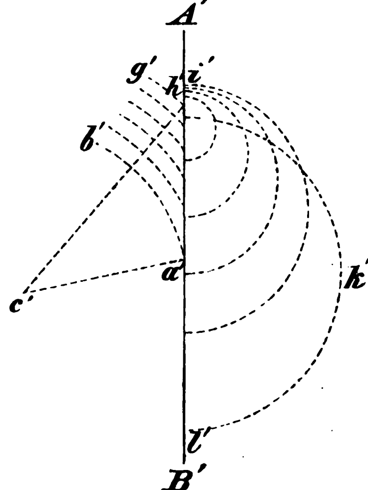


Fig. 4.



*) Wellenlehre, S. 531.

der Resonanz bezeichneten acustischen Processe zu betrachten, die ich aber lieber als concentrirte Schallleitung bezeichnen möchte, um sie von der zweiten Art der Resonanz, bei der sich stehende Schwingungen bilden, weiter zu trennen. Sie unterscheidet sich von dieser noch dadurch, dass sie für Töne jeder Höhe gleich stark ist, und fällt demgemäss nicht unter die Kategorie der Resonanzen im Ohre, welche wir als störend betrachten müssen, und für die wir die verschiedensten Compensationsmittel aufgewandt finden. Nach *B* und *B'* zu finden wir keine Verstärkung, sondern nach Massgabe der Grösse des Einfallswinkels der Schallwelle und der Differenz in der Leitungsgeschwindigkeit ein mehr oder weniger beträchtliches Auseinanderweichen der Wellen, welche, wenn wir vom Ohr abstrahiren, bei grosser Ausdehnung der Flächen *A B* und *A' B'* selbst soweit gehen kann, dass sich nicht mehr Verdichtungswellen mit Verdichtungswellen u. s. w. summiren, sondern Verdichtungswellen mit Verdünnungswellen, dass sich also eine vollständige Vernichtung der Wellen durch Interferenz herausstellt. *A* und *A'* unserer Figuren entsprechen dem Meatus auditorius cartilagineus, *B* und *B'* dem Aussenrande des Ohrknorpels. Bei der Art der Befestigung des Ohrknorpels und bei dem Abstande seines Aussenrandes vom Kopfe werden in der Regel seine Flächen, vordere äussere, wie hintere innere, von Schallwellen in der Ordnung getroffen, dass diese letzteren von aussen nach innen fortschreiten, wie in den Figuren von *ab* und *a' b'* nach *g h* und *g' h'*, dass also der concentrirte Theil der Gesammtwelle parallel der Oberfläche nach innen, der Rest derselben nach aussen fortschreitet. Es lässt sich denken, dass an einzelnen Puncten des Ohrknorpels die stattfindende Concentration so stark ist, dass sie, ungeachtet des beim Uebergange der Schallwelle stattfindenden Verlustes von Intensität, eine wirkliche Verstärkung derselben zur Folge hat. Diese Verstärkung muss verschieden sein nach dem Winkel, unter dem der Schallstrahl einwirkt; aber auch eine solche Verschiedenheit kann eben so wenig wie die oben erwähnte Reflexion eine bedeutende Disproportion der Gehörempfindung bedingen, weil bei den vielen Erhöhungen und Vertiefungen der Ohrmuschel jede Schallwelle unter den verschiedensten Winkeln dieselbe trifft. Die von mir oben in §. 3 mitgetheilten Versuche bestätigen das zur Genüge.

§. 6. In einer früheren Arbeit habe ich bei Untersuchungen über die Schwingungen des Trommelfells wegen des Mangels sichtbarer Kennzeichen zur Unterscheidung primärer Wellenbewegung von secundärer mich genöthigt gesehen, solche Neben-

umstände zu berücksichtigen, welche geeignet scheinen, die eine oder die andere Art der Bewegung in einem oscillirenden Körper zu begünstigen. Beim Trommelfell fand ich in der seitlichen Anheftung der übrigens frei schwingenden Membran einen Grund, mich für die Annahme secundärer Schwingungen neben den primären, die bei jenen wohl niemals fehlen, zu entscheiden. Wo das Trommelfell beiderseits von Luft umgeben ist, so schloss ich, kann es frei den Impulsen der Luftwellen folgen, in seinen Fixationspuncten wegen der hindernden Einwirkung des seitlich angehefteten sehr festen Annulus tympanicus nicht; seine Schwingungen können also nicht reiner Ausdruck des fortgesetzten Stosses sein, sondern auf den fortgesetzten Stoss folgt eine Beugungsschwingung, deren Form wohl zum Theil durch ihn, aber unter Mitwirkung der seitlichen Fixation und der mit derselben verbundenen Spannung bestimmt wird. Derselbe Umstand findet sich am äussern Ohre. Dasselbe kann den Impulsen der Luftwellen ebenfalls nur in einem Theile seiner Ausdehnung frei folgen; wo es an die Kopfknochen angeheftet ist, wird es durch den Widerstand derselben in seinen Bewegungen beschränkt, und indem seine Steifigkeit die Einwirkung dieses Widerstandes in abnehmender Stärke auf seine ferner und ferner liegenden Theile überträgt, ähnlich, wie die Spannung das beim Trommelfell thut, entstehen Beugungsschwingungen, ähnlich denen der Stimmgabeln. Ich muss mich hier wieder, wie schon früher, gegen die Unterscheidung primärer Schwingungen von secundären je nach der Grösse der Bewegung, oder gar ihrer Sichtbarkeit, erklären; ich füge ausdrücklich bei, dass ich das unterscheidende Merkmal der secundären nicht in ihrer Sichtbarkeit finde, dass im Gegentheile sich sehr wohl neben starken, deutlich sichtbaren primären Schwingungen in demselben Körper secundäre finden können, die so schwach sind, dass sie neben jenen durch kein Mittel sichtbar gemacht werden, und nur durch analytische Betrachtung errathen werden können. Dass diese secundären Schwingungen, wenn bei einer bestimmten Tonhöhe ihre Dauer mit der der Luftwellen ganz oder beinahe übereinstimmt, durch die letzteren beträchtlich verstärkt werden können, ebenso wie bei Klavier- oder Violinsaiten, ist unzweifelhaft. Die daraus resultirende Bevorzugung eines Tones von bestimmter Höhe kann für die richtige Schätzung der Tonstärke nur nachtheilig sein, und wir haben wieder nach einer Vorrichtung zu suchen, welche geeignet ist, den Nachklang und damit die Möglichkeit der Resonanz möglichst zu vermindern. Bei Saiten benutzen wir zu diesem Zwecke Körper,

welche etwas vom Fixationspuncte entfernt, dieselben berühren. Diese Berührung, wenn sie wirksam sein soll, darf weder im Fixationspuncte, noch in einem andern Knotenpuncte geschehen; sie wird um so wirksamer sein, je näher bei dem am stärksten oscillirenden Saitentheile sie stattfindet. Einen solchen Dämpfer für secundäre Schwingungen finde ich am menschlichen Ohre im Ohrläppchen, welches gerade am ausgedehnteren hintern Theile des Knorpels, der eben seiner Ausdehnung wegen am merklichsten zu resoniren im Stande sein würde, befestigt ist. Am wenig vorspringenden Tragus bedürfen wir eines solchen Anhängsels nicht, weil dessen secundäre Schwingungen auch bei den stärksten Luftwellen wohl zu schwach sein werden, um auf die Gehörempfindung von Einfluss zu sein.

§. 7. Die vom Knorpel nach obiger Darstellung geleiteten Partialwellen vereinigen sich nach ihrem Uebergange auf die Luft des Gehörganges mit der, welche unmittelbar durch die äussere Oeffnung desselben eintritt. Sie alle bilden eine Gesammtwelle, welche in ihrer Form ziemlich der in der äussern Luft zugeleiteten entsprechen wird. Wollen wir die Genauigkeit so weit treiben, den Unterschied in der Geschwindigkeit der Schallleitung in der Luft und im Ohrknorpel als wirksam für die Form der gebildeten Gesammtwelle zu betrachten, so würde derselbe doch nur den Erfolg haben, dass die Phasen der Partialwellen sich nicht genau und vollständig, sondern nur zum Theil deckten; ein Unterschied in der Empfindung der Tonhöhe könnte daraus nicht resultiren. Dass aber auch das Timbre dadurch nicht verändert wird ungeachtet der Veränderung der Wellenform, davon überzeugt man sich leicht, wenn man alle Luftwellen von der Einwirkung auf den Knorpel durch Bedeckung desselben mit einer weichen, möglichst unelastischen Masse, etwa mit Brodteig, abhält*). Bei Gelegenheit meiner oben mitgetheilten Versuche über die Hörweite in verschiedenen Richtungen hatten alle Laute, welche ich hörte, genau denselben Klang, mochte der Ohrknorpel bedeckt oder frei sein. Auch ist diese Eigenschaft unseres Gehörs in den eingehenden Untersuchungen von Helmholtz klar dargelegt**). Nach ihm verändert jede Veränderung des Phasenunterschiedes die Form der Wellen, ohne den Klang zu ändern. Das Ohr unterscheidet nach ihm nicht die verschiedene Form der Wellen an sich genommen, es zerlegt vielmehr

*) Esser in den Annales d. sciences naturelles. Tome XXVI. Paris 1832. 8. pag. 7.

**) Lehre von den Tonempfindungen, S. 196.

die Wellenformen nach einem bestimmten Gesetze in einfachere Bestandtheile, in einfache pendelartige Schwingungen. Indem wir hier die so ausgesprochene Erfahrung als im Ganzen genügend erwiesen anerkennen, wollen wir doch vorläufig unentschieden lassen, ob es gerade der von uns Ohr genannte physikalische Apparat ist, welcher diese Zerlegung in einfache pendelartige Schwingungen vornimmt. Statt seiner wollen wir für's Erste die genannte Leistung dem Gehör im Ganzen zuschreiben, bis eine spätere Untersuchung uns gezeigt haben wird, ob Helmholtz berechtigt war, dieselbe dem Ohre und speciell dem Cortischen Organe zu vindiciren.

§. 8. Die vom Knorpel ausgehenden Wellen sind nicht die einzigen, welche sich mit den unmittelbar durch die Oeffnung des Gehörganges eindringenden vereinigen. Da es der Natur nicht möglich war, das Schädelgewölbe aus einer gar nicht vorhandenen unelastischen Masse herzustellen, so gehen auch aus den knöchernen Wandungen des Gehörganges Schallwellen in die Luft des Gehörganges über. Der Schädel hat eine ziemlich regelmässige, zur Resonanz nicht ganz ungeeignete Form, und wenn wir auch nicht jede Schallleitung als Resonanz gelten lassen, so muss es doch eine bestimmte Tonhöhe geben, der sich die wenn auch noch so leichten Oscillationen desselben am leichtesten accommodiren. Es sind eine Menge Beweise für den gar nicht zweifelhaften Uebergang von Schallwellen aus der Luft auf die Kopfknochen mitgetheilt, aber keiner ist darunter, woraus erhellt, dass diese Schallwellen neben der Schallleitung durch Ohrknorpel, Luft u. s. w. irgendwie in's Gewicht fallen. Die sehr kräftige Leitung von Schallwellen, die unmittelbar aus festen Körpern auf die Kopfknochen übergehen, brauchen wir, als etwas nur durch künstliche Veranstaltung Vorkommendes, hier nicht zu berücksichtigen. Aber selbst die Einwirkung der schwachen aus der Luft aufgenommenen Schallwellen der Kopfknochen auf die Luft des Gehörganges ist möglichst ausgeschlossen, und damit auch die Möglichkeit, dass dieselben in einer gewissen Tonhöhe etwa durch Resonanz verstärkt sich für das Ohr abnorm hörbar machen könnten. Alle aus den Kopfknochen in den Gehörgang übergehende Schallwellen breiten sich allseitig aus; ein Theil namentlich wendet sich gegen das Trommelfell, ein anderer Theil gegen den Eingang. Dieser Letztere wird in der Mündung unter der bekannten Aenderung der Dichte und der Direction der Molecularbewegung reflectirt und schwächt den ersten Theil durch Interferenz. Diese Interferenz kann allerdings nie vollständig sein. Denn einmal ist die Reflexion

nur unvollkommen, dann trifft die reflectirte Welle nicht gleichzeitig mit der directen am Trommelfell ein, was namentlich bei Wellen von geringer Länge nicht unwichtig ist. In welchem Grade indessen die erwähnte Interferenz sich geltend macht, können wir ungefähr an einem bekannten Versuche abschätzen. Fassen wir den Stiel einer schwingenden Stimmgabel mit den Zähnen, und schliessen und öffnen abwechselnd den äussern Gehörgang durch Druck auf den Tragus und Nachlassen des Druckes, so wird abwechselnd der Ton der Stimmgabel stärker und schwächer gehört. Auch wenn wir den Ton der immer noch mit den Zähnen gefassten Stimmgabel soweit abklingen lassen, dass wir bei geöffnetem Ohre weder durch die Luft noch durch die Kopfknochen Etwas davon hören, wenn also sicherlich die Oscillationen der letzteren eben so schwach geworden sind, wie die durch Luftwellen von mässiger Stärke erregten, wird der Ton sofort wieder hörbar, wenn wir auf's Neue die Ohren schliessen, also statt der Interferenz beider Wellen, der directen und der rückläufigen, eine Summirung derselben veranlassen. Wir können also behaupten, dass die gegebene Correction für etwaige Schwingungen der Kopfknochen, also auch für resonirende, stark genug ist, um solche, die sich unter anderen Umständen schwach hörbar machen würden, unhörbar zu machen.

§. 9. Eine Resonanz zu beseitigen, ist, wie es scheint, der Natur unmöglich gewesen. Es ist das die Resonanz, wodurch das viermal gestrichene f und die zunächst liegenden Töne unverhältnissmässig verstärkt werden. Im Ganzen werden wir diese Resonanz nicht dem Ohre in seiner Totalität, sondern dem Gehörgange in seiner Verbindung mit dem Trommelfell zuschreiben müssen. Für alle übrigen einzelnen Theile des Ohres finden wir zur Verhütung abnormer Verstärkung einzelner Töne Correctionen, welche wir für diese specielle Resonanz vergeblich suchen. Freilich glaube ich für das Trommelfell ebenfalls eine solche nachgewiesen zu haben. (Vergl. die folgenden Paragraphen.) Mag jedoch dieselbe mit geringerer oder grösserer Vollständigkeit ihrer Aufgabe genügen, immer bleibt das Trommelfell mit dem Gehörgange in der Art verbunden, dass es dessen Boden bildet, und durch das Verhältniss seiner Elasticität zur Länge der im Gehörgange befindlichen Luftsäule wesentlich deren Eigenton und damit die Höhe des Tones, auf den sie am leichtesten resonirt, mitbestimmt. Hat das viermal gestrichene f 5400 Schwingungen in der Secunde, ist also eine dazu gehörige Welle etwa $2^1/_3$ Par. Zoll lang, so wird ein beiderseits offenes Rohr von glei-

cher Länge am leichtesten auf den Ton f^{IV} resoniren. Ein nur halb so langes wird ebenfalls auf diesen Ton resoniren, wenn es mit einem nicht nachgiebigen, starren Verschluss an einer Seite gedeckt ist. Der ihm entsprechende Ton wird um so tiefer werden, je weicher und nachgiebiger der Verschluss ist; noch mehr wird er sinken, wenn auch die offene Mündung des Rohrs theilweise gedeckt wird, wie der Gehörgang durch den Tragus; um trotz eines solchen Verschlusses und einer theilweisen Deckung dennoch auf den Ton f^{IV} zu resoniren, muss das Rohr noch mehr verkürzt werden, und so finden wir denn auch den äussern Gehörgang, dessen Eigenton bei einer Länge von $1^1/_6$ Par. Zoll beträchtlich unter f^{IV} sinken würde, nur 1 Par. Zoll lang. Unter diesen Umständen glaube ich an der von mir supponirten alleinigen Resonanz des äussern Gehörganges nicht zweifeln zu dürfen.

§. 10. Einen sonderbaren Mechanismus, durch welchen eine störende Resonanz und ein Nachklingen des Trommelfells verhütet oder doch sehr vermindert wird, habe ich früher (Prager Vierteljahrschrift) ziemlich ausführlich abgehandelt. Ich habe dort den zu Grunde liegenden physikalischen Process als Interferenz bezeichnet, weniger wegen irgend welcher Aehnlichkeit desselben mit den sonst als Interferenzen bezeichneten Processen, als vielmehr wegen der Aehnlichkeit des Erfolges. Vielleicht ist dieser Ausdruck Schuld daran, dass meine Annahme als unbegreiflich hingestellt worden ist *). Obgleich sich noch darüber rechten liesse, ob ich nicht jene Bezeichnung richtig gewählt habe, so will ich doch jedem ferneren Widerspruche gegenüber gern den Namen fallen lassen, um den Sinn meiner Ansicht desto fester zu halten.

Bekanntlich steigt der Handgriff des Hammers vom obern Rande des Trommelfells, zwischen dessen elastischer mittlerer und dessen innerer Haut eingewebt, bis zur Mitte so herab, dass er seinen obern Theil in zwei beinahe gleiche Hälften, eine vordere und eine hintere theilt. Mit Hülfe seines mit dem Paukenringe verwachsenen Dornfortsatzes und seines Spannmuskels unterhält er die elastische Spannung des Trommelfells, und befähigt dasselbe, durch Schallwellen in entsprechende Oscillationen versetzt zu werden. Wie eine gespannte Saite durch ihre befestigten Enden und durch ihren Steg ihre Schwingungen auf den Monochord überträgt, so das Trommelfell auf die inneren Theile des Ohrs durch seinen am Paukenringe befestigten Rand und den Hammergriff. Aber der Hammer-

*) **Ludwig**, Lehrb. d. Physiol. d. Menschen, 2te Aufl. I, 364.

griff bietet für eine möglichst kräftige Uebertragung der Schallwellen einen Vortheil, den der Steg des Monochords nicht bietet, er ist sehr beweglich. Um die bei der Uebertragung maassgebenden Verhältnisse bei durch Spannung elastischen Körpern, wie Saiten und Membranen, uns möglichst anschaulich zu machen, wollen wir hier, wie bei meiner früheren Arbeit, zunächst die Veränderungen betrachten, welche aus verschiedenen Arten der Schwingungserregung bei Saiten für den Uebergang ihrer Schwingungen auf den Steg hervorgehen.

Erregen wir durch Stösse von der doppelten Geschwindigkeit der Oscillationen, welche eine Saite beim Hervorbringen ihres Grundtones ausführen würde, in derselben doppelt so geschwinde Oscillationen, so kann sie dieselben nicht ausführen, ohne in ihrer Mitte einen Schwingungsknoten zu bilden. Dieser Schwingungsknoten entsteht, indem die an einem Ende erregte Ausbeugung, während sie am Orte ihrer Entstehung eine zweite Ausbeugung nach der entgegengesetzten Seite veranlasst, sich zum andern Ende der Saite fortpflanzt, dort reflectirt wird und mit einer Geschwindigkeit zu ihrem Ausgangspuncte zurückkehrt, dass sie sich mit der zweiten, welche ebenfalls von ihrer Ursprungsstelle zum andern Ende der Saite fortschreitet, in der Mitte des Weges kreuzt. Beide laufen nach der Kreuzung in entgegengesetzter Richtung wieder zu den beiden Enden der Saite, werden wieder reflectirt, kreuzen sich wieder u. s. w. So lange beide Wellen andauern, stellt sich die Saite dem Auge als eine an beiden Enden und in der Mitte unbewegliche Linie dar, welche aber beiderseits zwischen Mitte und Ende abwechselnd nach entgegengesetzter auf ihre Längsausdehnung senkrechter Richtung bogenförmig sich krümmt, und zwar müssen die in beiden Hälften gleichzeitig geschehenden Beugungen nach entgegengesetzten Richtungen geschehen. Der in der Mitte liegende Knotenpunct ist theoretisch vollkommen unbeweglich und ein Steg mit haarscharfer oberer Kante, welcher genau im Knotenpuncte die Saite berührt, wird nicht in Mitschwingung versetzt, weil nach wenigen Oscillationen der Saite die beiderseitigen Ausbeugungen als gleichstark betrachtet werden können und einander entgegenwirkend jede Verschiebung des Steges nach der einen oder andern Seite unmöglich machen. Ein grosser Theil der Bewegung dagegen geht bei jeder Schwingung an die Luft und an die Fixationspuncte verloren. Die letzteren, so massig und aus so festem Material sie auch gebildet sein mögen, müssen doch durch jede, auch die kleinste Oscillation je nach

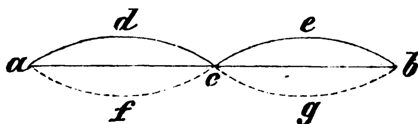
dem Verhältniss ihrer Dichte und Elasticität in Mitschwingung versetzt werden. Das endliche freilich nur spät eintretende Resultat ist Rückkehr der ganzen Saite zur Ruhe in der Gleichgewichtslage.

Fände die Bewegung des Trommelfells in gleicher Weise statt, so ginge alle Bewegung desselben nur durch den Paukenring und die übrigen Kopfknochen auf das Labyrinth über; der Hammer sowie die übrigen Gehörknöchelchen wäre vollkommen überflüssig oder doch nur für die Trommelfellspannung von Belang, und von einer Luftleitung in der Trommelhöhle könnte keine Rede sein, wegen der sich bildenden Interferenz der gleichzeitig erregten Verdichtungs- und Verdünnungswellen. Dabei würde jedoch das Trommelfell, so sehr auch gespannte Membranen befähigt sein mögen, sich Luftwellen zu accommodiren, welche einem nur beinahe dem Eigentone der Membran entsprechenden Tone angehören, nicht im Stande sein, eine so ausgedehnte Tonreihe durch seine Schwingungen zu reproduciren, wie wir es in Wirklichkeit finden. Es würde, durch seinen Grundton erregt, sehr kräftig resoniren, bei sehr nahe liegenden Tönen auch wohl noch vernehmbar, wenn auch schwächer mitschwingen, bei Tönen aber, die um wenige Stufen von seinem Eigentone entfernt wären, beinahe unbeweglich bleiben. Auch würde beim Aufhören eines äussern Tones ein nicht ganz unbeträchtlicher Nachklang die Vernehmung eines rasch nachfolgenden neuen Tones stören.

§. 11. Glücklicherweise kann das Trommelfell niemals in Schwingungen versetzt werden, welche den eben geschilderten entsprechen. Von jeder Luftwelle werden die zu beiden Seiten des Hammerhandgriffs liegenden Abtheilungen desselben gleichzeitig in gleicher Richtung getroffen und müssen demgemäss stets gleichzeitig nach innen und gleichzeitig nach aussen schwingen. Zur Veranschaulichung des Herganges wenden wir uns wieder zur gespannten Saite. Um in ihr zu beiden Seiten des Knotenpunctes und des denselben unterstützenden Steges recht kräftige Schwingungen in gleicher Richtung zu erregen, hob ich die Saite in der Mitte vom Stege ab und liess sie zurückschnellen. Die nächste Oscillation jeder Hälfte war sehr kräftig, sicher ebenso, wie die einander entgegengesetzten Schwingungen jeder Hälfte, die ich durch Streichen mit dem Violinbogen hervorrufen konnte. Aber schon die zweite Schwingung war sehr merklich kleiner, noch mehr die dritte, und sehr rasch kehrte die Saite in ihre Gleichgewichtslage zurück. Theoretisch lässt sich das sehr leicht erklären, wenn wir uns an die im vorigen Paragraph beschriebenen Schwingungen der

beiden Saitenhälften erinnern. Wie wir dort sahen, hat die Schwingung einer jeden Hälfte die Tendenz, nicht nur in ihrer Hälfte eine Schwingung in entgegengesetzter Richtung hervorzurufen, sondern auch mit Beibehaltung ihrer Richtung auf die andre Hälfte überzugehen, und zwar innerhalb derselben Zeit, in der sie in ihrer Hälfte die entgegengesetzte Schwingung hervorruft. Es würde die Beugungsschwingung der linken Saitenhälfte *adc* (Fig. 5), indem sie sich innerhalb einer be-

Fig. 5.



stimmten Zeit auf die rechte Saitenhälfte fortpflanzte und zugleich die ursprünglich bewegte linke Hälfte zu einer Beugung in entgegengesetzter Richtung veranlasste, der ganzen Saite nach Ablauf dieser Zeit die Form *afceb* geben. Ebenso würde die nach oben erfolgte Beugung der rechten Seitenhälfte *ceb* in derselben Zeit der ganzen Saite die Form *adcgb* geben. Da entgegengesetzte Bewegungen von gleicher Stärke einander aufheben, so ist das Resultat Rückkehr in die Gleichgewichtslage sogleich nach der ersten Beugung jeder Seitenhälfte. Dieser Process war es, den ich früher nach Analogie der wechselseitigen Einwirkung von Verdichtungs- und Verdünnungswellen und wegen des übereinstimmenden Erfolges als Interferenz bezeichnete. Betrachten wir die Beugung jeder Saitenhälfte nach oben, also *adc* und *ceb* als Verdichtungswelle, ihre Beugung nach unten, also *afc* und *cgb* als Verdünnungswelle, erregt demnach die Verdichtungswelle *adc* in der Saitenhälfte, welche sie hinter sich lässt, die Verdünnungswelle *afc*, während sie selbst als Verdichtungswelle nach *ceb* fortschreitet, erregt ferner die Verdichtungswelle *ceb* an dem Orte, den sie hinter sich lässt, die Verdünnungswelle *cgb*, während sie selbst, sich erst mit der von *adc* kommenden Verdichtungswelle kreuzend, als Verdichtungswelle nach *adc* fortschreitet, so haben wir eine vollständige Interferenz und nicht blos einen der Interferenz ähnlichen Process. Nur dadurch würde sich diese Interferenz von anderen Interferenzen unterscheiden, dass sie die den Schall fortleitenden Schwingungen weder vernichtet noch auch schwächt, sondern nur deren ungehörige Fortdauer, welche nicht mehr einer präcisen Schallleitung dienen, sondern dieselbe stören würde. Zieht nun Jemand dennoch eine andere Bezeichnung

der meinigen vor, so will ich mich dem gern fügen, in der Sache selbst jedoch kann ich meine Ansicht nicht ändern.

Die vollständige Aufhebung aller Bewegung sogleich nach der ersten Beugung zeigte sich indessen nicht bei dem von mir beschriebenen Experimente; sie konnte sich auch nicht zeigen, weil, um überhaupt die eigenthümliche Form der Saitenschwingung möglich zu machen, der Steg ziemlich fest und unverrückbar stehen musste. Wäre er absolut unbeweglich gewesen, so würde jede Saitenhälfte, unbeirrt von der andern, gleich lange oscillirt haben, wie eine einzelne Saite von gleichen Dimensionen und gleicher Spannung. Da er nur beinahe unbeweglich war, so ging von jeder Saitenhälfte nur ein kleiner Theil zur andern Saitenhälfte über und es kam nicht zur vollständigen Aufhebung des Rückschlags derselben, sondern derselbe wurde nur sehr merklich geschwächt. Würde man dagegen einen Steg von grösserer Beweglichkeit anwenden, der nur gerade fest genug stände, um die Saite in die richtigen beiden Hälften einzutheilen und eine gemeinsame grössere Krümmung beider zu verhüten, so müsste auch jede Partialkrümmung viel vollständiger auf die entgegengesetzte Hälfte übergehen und in gleichem Maasse müsste die Interferenz vollständiger sein. Das Trommelfell nun besitzt im Hammer einen solchen sehr beweglichen Steg, der die freieste Uebertragung der Oscillationen von einer Seite der Membran zur andern gestattet. Wird dasselbe von einer Verdichtungswelle getroffen, so schwingen seine beiden Abtheilungen gleichzeitig nach innen. Die zweite, nach aussen gerichtete Schwingung einer jeden Abtheilung geschieht aber nur zum kleinen Theile durch die Elasticität der Membran, mehr durch Einwirkung der auf die Verdichtungswelle der Luft folgenden Verdünnungswelle. Ebenso geht es mit den nachfolgenden Wellen. Jede derselben trifft auf eine Membran, welche ohne Bewegungstendenz nach einer bestimmten Richtung dem leichtesten Bewegungsimpulse von aussen ohne Widerstand folgt. Denn was den Uebergang von Schallwellen aus der Luft auf gespannte Saiten oder Membranen von einer Tonhöhe, welche von der des zugeleiteten Tones verschieden ist, erschwert, der Widerstreit zwischen der Richtung des von der jedesmal vorhergegangenen Schwingung der Saite oder Membran gebliebenen Bewegungsrestes und der Richtung der Schwingungen der Lufttheilchen, kann hier nicht hinderlich sein, weil von jeder Schwingung des Trommelfells nur ein unbedeutender Bewegungsrest übrig bleibt.

Da zu dem Bewegungsverluste, den das Trommelfell bei jeder Oscillation nach dem Obigen erleidet, auch noch ein Theil

der Bewegung an die Luft der Trommelhöhle und des äussern Gehörganges verloren geht, so wird noch weniger eine störende Resonanz oder ein Nachklang zu fürchten sein. Man kann annehmen, dass in Folge des beschriebenen Mechanismus beide so vollständig wegfallen, dass auch der geringe Grössenunterschied, welchen wir zwischen beiden Abtheilungen des Trommelfells finden, unschädlich wird. Meinen oben erwähnten Versuch mit der gespannten Saite und dem unter ihrer Mitte untergeschobenen Stege modificirte ich so, dass die Saite in nur beinahe gleiche Theile getheilt wurde. Der erste Rückschlag wurde auch hier sehr beträchtlich verkleinert; nach kurzer Zeit freilich, je nach der grössern oder geringern Ungleichheit der beiden Saitenhälften früher oder später, wuchsen die Schwingungen derselben wieder an und gaben so das Bild der bekannten Schwebungen. Beim Trommelfell aber könnten solche Schwebungen doch nur eintreten, wenn eine hinreichende Zahl von Schwingungen auf einander folgte; werden gleich die ersten durch gleichzeitige Einwirkung beider Trommelfelltheile auf einander und durch Uebergang auf die Luft und die Gehörknöchelchen auf Null reducirt, so kann von einem späteren Wiederanwachsen derselben nicht die Rede sein.

Dass bei dem obigen Processe die Bewegungen des Trommelfells mit grosser Intensität auf den Hammerhandgriff übergehen müssen, ist schon mehrfach angedeutet. Denn die Einwirkung einer Abtheilung unserer Membran auf die andre ist nur in dem Maasse möglich, als der Hammer beweglich genug ist, um in ihre Bewegungen hineingezogen werden zu können. Stünde er absolut fest, so würden sich die Bewegungen des Trommelfells verhalten, wie die Bewegungen der beiden Saitenhälften mit absolut unbeweglichem Stege.

Vergleichen wir schliesslich die Bewegungen des Trommelfells und ihre Einwirkung auf andere Körper mit den Bewegungen von anderen auf gewöhnliche Weise mit einer oder mehreren Knotenlinien schwingenden Membranen, so finden wir:

1) Beim Trommelfell schwingen beide Abtheilungen gleichzeitig in gleicher Richtung, bei anderen Membranen je zwei benachbarte in entgegengesetzter.

2) Die Schwingungen beider Trommelfelltheile schwächen sich durch gegenseitige Einwirkung und heben sich nach kurzer Dauer ganz auf; bei anderen Membranen verstärken sich die Schwingungen zweier neben einander liegender Abtheilungen.

3) Das Trommelfell theilt seine Bewegungen den angrenzenden Luftschichten mit grosser Stärke mit; die von anderen Membranen, wenn sie mit Knotenlinien schwingen, ausgehen-

den Schallwellen heben sich in gewissen Richtungen durch Interferenz auf.

4) Das Trommelfell theilt seine Bewegungen dem Hammer weit kräftiger mit, als andere Membranen einem untergelegten Stege.

5) Das Trommelfell wird von Tönen der verschiedensten Höhe gleich stark in Schwingung versetzt, andere Membranen nur von solchen, welche ihrem Grundtone oder ihren Flageolett-tönen entsprechen, oder doch denselben sehr nahe liegen.

§. 12. Um mit einer von Seebeck entwickelten Theorie über die Verhütung der Resonanz im Trommelfell meine in den letzten Paragraphen dargelegte Ansicht leichter vergleichen zu können*), spreche ich dieselbe kurz so aus: Eine gespannte Membran nimmt nur deshalb verschieden hohe Töne mit verschiedener Stärke in sich auf, weil sie die, welche mit ihrem Eigentone ganz oder beinahe übereinstimmen, durch Resonanz verstärkt, für die aber, welche ihrem Eigentone ferner liegen, durch dieselbe Resonanz in der bekannten Weise unempfindlich wird. Jedes Mittel, welches die Resonanz verhindert, befähigt die Membran, durch jeden Ton in entsprechende Schwingungen versetzt zu werden. Als solches Mittel habe ich für das Trommelfell die beschriebene Interferenz bezeichnet. Das Zustandekommen derselben ist aber wesentlich durch einen Grad der Beweglichkeit des Hammers bedingt, welche ihn wohl befähigt, seitlich von einer Trommelfellportion zur andern übergehende Beugungswellen durchzulassen, aber doch klein genug ist, um das Trommelfell zu zwei von einander getrennten Beugungen zu beiden Seiten seines Handgriffs zu zwingen. Ist er ganz unbeweglich, so ist die Interferenz unmöglich. Von Seebeck wird als Mittel zur Hinderung der Resonanz der Widerstand der Körper betrachtet, an welche die Membran ihre Bewegung übertragen soll, also der Gehörknöchelchen und mittelbar des Labyrinthwassers. Es müsste also die Resonanz bei vollkommen starrem, unbeweglichem Hammerhandgriff ganz wegfallen, während die Analyse des ganzen Processes deutlich zeigt, dass dabei die Resonanz am allerstärksten werden müsste. Wird auch die das Trommelfell begrenzende Luft als Hinderniss für die Resonanz bezeichnet, so muss ich dem beistimmen; sie schwächt die Resonanz nicht blos indirect, wie der bewegliche Hammerhandgriff, sondern direct, weil sie das Trommelfell in den Puncten seiner stärksten Oscillation berührt; leider ist

*) Wagner's Handwtb. d. Physiol. IV, 387. — Ludwig, Lehrb d. Physiol. d. Menschen, I, 363.

sie zu dünn und beweglich, um eine merkliche und rasche Wirkung hervorzubringen. Deshalb war es nöthig, den Puncten der stärksten Oscillation des Trommelfells noch ein andres Hinderniss der Bewegung zu setzen. Und dieses glaube ich in den seitlich durch den beweglichen Hammerhandgriff fortgepflanzten Beugungswellen gefunden zu haben.

§. 13. Indem ich die Resonanzen anderer Theile des Ohres, der Trommelhöhle mit den Cellulae mastoideae, des Labyrinthwassers u. s. w., die ich schon früher abgehandelt, hier mit Stillschweigen übergehe, komme ich sogleich auf die für das Cortische Organ von Helmholtz behauptete Resonanz. Wenn es in Betreff der bisher betrachteten Resonanzen schon vor dem Beginn der Untersuchung wahrscheinlich erscheinen musste, dass für die Verminderung oder gänzliche Verhütung derselben sich bestimmte Mechanismen würden nachweisen lassen, so können wir einer Resonanz des Cortischen Organes nicht mit demselben sichern Vertrauen auf Erfolg entgegentreten. Das, was als Leistung des genannten Organes hingestellt wird, finden wir denn doch wirklich geleistet, und zwar schliesst sich die Darstellung so exact an die wirklich im Ohre gegebenen Verhältnisse einerseits und an wirkliche durch die Theorie der Musik und das Experiment gewonnene Thatsachen andrerseits an, dass wir uns beim Durchlesen der betreffenden Seiten nur mit Bedauern zu der Vermuthung gedrängt fühlen, dass vielleicht dies Alles auch ganz anders sich verhalten könne. Auch beabsichtige ich der Helmholtz'schen Hypothese nicht so entgegenzutreten, dass ich ihre Möglichkeit ganz ableugne; nur auf einige Schwierigkeiten, auf welche ich bei näherem Eingehen in dieselbe stiess, möchte ich die Aufmerksamkeit lenken.

Das Ganze der Hypothese, soweit sie uns für unsre Untersuchung interessirt, dürfte in folgenden Sätzen bestehen:

1) Einfache Klänge werden gebildet durch periodische pendelartige Schwingungen des Klangmittels, welche durch die bekannten leitenden Medien unverändert auf unser Ohr übertragen, in demselben entsprechende pendelartige Schwingungen erregen.

2) Die meisten von uns sogenannten Klänge sind keine einfachen, sondern zusammengesetzte Klänge und bestehen aus einem Grundtone und verschiedenen harmonischen oder unharmonischen Obertönen. Die Obertöne begründen für das Ohr die Empfindung eines gewissen Timbre.

3) Die Unterschiede des Timbre hängen nur ab von der Anwesenheit und Stärke der den Grundton begleitenden Obertöne, nicht aber von den Phasenunterschieden derselben, also

nicht von der Form der Schwingungen als solcher, die von den Phasenunterschieden der gleichzeitig erfolgenden einfachen Töne abhängig ist, sondern nur von der Art und von der Intensität derjenigen einfachen pendelartigen Schwingungen, welche in dem zusammengesetzten Wellenzuge ausser der den Grundton bildenden einfachen Schwingung enthalten sind.

4) Das Ohr unterscheidet also nicht die verschiedene Form der Wellen an sich genommen, wie das Auge deren Bilder unterscheiden würde. Das Ohr zerlegt vielmehr die Wellenformen nach einem bestimmten Gesetze in einfache Bestandtheile, in die pendelartigen Schwingungen, in welche sie auch von der mathematischen Analyse zerlegt werden können.

5) Die das musikalische Timbre ausmachenden Obertöne können als solche empfunden und ohne andre Hülfe als eine zweckmässige Leitung der Aufmerksamkeit einzeln zur bewussten Wahrnehmung gebracht werden.

6) Der Art nach ist der Vorgang bei der Empfindung eines Klanges, d. h. eines Grundtones mit den sich beigesellenden Obertönen nicht verschieden vom Vorgange beim Hören einer von vielen Instrumenten zugleich hervorgebrachten Klangmasse. Hier wie dort wird der die ganze Klangmasse constituirende Wellenzug vom Ohre in die einzelnen pendelartigen Schwingungen, welche denselben bilden, zerlegt.

7) Die Thatsache, dass das Ohr die periodischen Schwingungen in einfache pendelartige zerlegt, hat in der Natur nur ein Analogon in den Erscheinungen der Resonanz. Die Saiten eines Klaviers z. B. nehmen auch jene Zerlegung vor, indem bei einem auftretenden Klange alle diejenigen Saiten in Schwingung gerathen, welche den einfachen Tönen entsprechen, die in dem Klange enthalten sind. Den mitschwingend gedachten Klaviersaiten entsprechen bewegliche, elastische Theile des Cortischen Organes, die je nach ihrer Abstimmung durch gewisse Schwingungen in Mitschwingung versetzt werden, wobei sie jeder die mit ihm in Verbindung stehende Nervenfaser mechanisch reizen.

8) Es sind verschiedene Theile im Ohr, welche durch verschieden hohe Töne in Schwingung versetzt werden. Von der Dauer ihres Nachtönens nämlich bis zu einem gewissen Intensitätsgrade herab, d. h. von der Stärke der Dämpfung der schwingenden Theile muss es abhängen, mit welcher Geschwindigkeit sich verschiedene Töne folgen dürfen, ohne sich mit einander zu vermischen. Triller und Läufe können, um musikalisch brauchbar zu sein, nicht in allen Tonlagen mit derselben Geschwindigkeit ausgeführt werden. Tiefe Töne

ertragen keine so grosse Geschwindigkeit der Folge, wie hohe; es ist also die Dämpfung der schwingenden Theile im Ohre für tiefe Töne nicht so stark, wie für höhere Töne.

9) Durch Erregung der ganzen schwingungsfähigen Masse des Ohres, Trommelfell, Gehörknöchelchen und Labyrinthwasser zusammengenommen lässt sich die Vermischung zu schnell auf einander folgender Töne nicht erklären. Denn wenn ein elastischer Körper durch einen Ton in Mitschwingung versetzt wird, so schwingt er mit in der Schwingungszahl des erregenden Tones, sowie der erregende Ton aufhört, klingt er aber aus in der Schwingungszahl seines eignen Tones. Es müssten danach Triller auf hohen und tiefen Tönen gleich schwierig sein, und die beiden Töne des Trillers könnten sich nicht mit einander vermischen, sondern jeder würde sich vermischen mit einem dritten Tone, der dem Ohre selbst angehörte.

10) Proportional dem grösseren oder geringeren Einflusse der Dämpfung auf die schwingenden Theile im Ohre darf sich der das Mitschwingen veranlassende Ton vom Eigenton eines mitschwingenden Theiles mehr oder weniger weit entfernen; je länger das Nachtönen eines einmal angeschlagenen Körpers, desto genauer muss auch der Ton, der ihn in Mitschwingen versetzen soll, mit seinem Eigenton übereinstimmen, während schnell abklingende Körper noch durch ziemlich verschiedenartige Töne in Mitschwingen versetzt werden können. Die im Ohr mitschwingenden Theile sind nun von der Art, dass sie jeder zwar durch einen bestimmten Ton am stärksten in Bewegung gesetzt werden können, im schwächern Grade aber auch noch durch die benachbarten, und zwar kann geschätzt werden, dass auch bei der Differenz eines halben Tones ihr Mitschwingen wenigstens noch merklich ist.

11) Es ist anzunehmen, dass die Stimmung der einzelnen Cortischen Fasern verschieden ist und einer regelmässigen Stufenfolge durch die musikalische Scala hindurch entspricht. Wenn nach Kölliker 3000 Cortische Fasern in der menschlichen Schnecke vorhanden sind, und 200 davon auf die musikalisch nicht mehr verwendbaren Schwingungen gerechnet werden, so bleiben 2800 für die sieben Octaven der Musik, 400 für jede Octave, $33^1/_3$ für jeden halben Ton, also reichlich genug für die Unterscheidung kleiner Theile eines halben Tones.

12) In der Erfahrung E. H. Weber's, dass geübte Musiker noch einen Unterschied der Tonhöhe wahrnehmen, welcher dem Schwingungsverhältnisse 1000 : 1001, also etwa $^1/_{64}$ eines halben Tones entspricht, liegt kein Hinderniss für Helmholtz's Hypothese. Denn wenn ein Ton angegeben wird,

dessen Höhe zwischen der von zwei benachbarten Cortischen Fasern liegt, so wird er beide in Mitschwingung versetzen, diejenige aber stärker, deren eignem Tone er näher liegt. Es wird also abhängen von der Feinheit, mit der die Erregungsstärke der beiden entsprechenden Fasern verglichen werden kann, wie kleine Abstufungen der Tonhöhe wir noch werden unterscheiden können. Eben daher erklärt sich auch das proportionale, nicht sprungweise erfolgende Steigen unsrer Empfindung bei continuirlich steigender Höhe des äussern Tones.

13) Ein einfacher Ton wird nur die Cortischen Fasern in starke Schwingung versetzen, die mit ihm ganz oder beinahe in Einklang sind, verschieden hohe Töne werden verschiedene Fasern erregen. Ein Klang wird durch die den einzelnen einfachen in ihm enthaltenen Tönen entsprechenden Cortischen Fasern in die ihn constituirenden einfachen pendelartigen Schwingungen zerlegt.

14) Diese Theorie von der Erregung des Hörnerven, wonach jeder einzelne Ton durch besondre Nervenfasern geleitet wird, beginnt, die Lehre von den specifischen Sinneserregern, die Joh. Müller für die verschiedenen Kategorien von Sinnesempfindungen aufstellte, nun auch in dem Gebiete jeder einzelnen Kategorie der Sinnesempfindungen durchzuführen. Tonhöhe und Klangfarbe werden zurückgeführt auf die Verschiedenheit der empfindenden Nervenfasern und für jede einzelne Nervenfaser bleiben nur die Unterschiede der Erregungsstärke übrig. So lange wir dagegen annehmen, dass dieselbe Nervenfaser verschiedenartige Empfindungen leitet, würden auch verschiedene Arten des Reizungsvorganges in ihr vorhanden sein müssen, die wir bisher nachzuweisen noch nicht im Stande gewesen sind.

§. 14. Fragen wir uns, ehe wir in die eigentliche Untersuchung der Sache uns einlassen, welche Vortheile für unsere Gehörwahrnehmungen aus dem von Helmholtz supponirten physikalischen Processe denn hervorgehen würden, so fällt die Antwort sehr verschieden aus, jenachdem wir die Wahrnehmung als Thätigkeit eines bestimmten Subjectes, der Seele, betrachten, oder sie unklar mit den übrigen psychischen Thätigkeiten als Product von Hirnnervenfaserwirkungen entstehen lassen. Nehmen wir an, die einzelnen Wahrnehmungen seien Resultate der Thätigkeit der einzelnen Hirnnerven, oder ihrer einzelnen Centralorgane, so hat diese Ansicht allerdings etwas sehr Ueberredendes. In einer Nervenfaser herrscht dann zu gleicher Zeit nur Eine einer vollkommen homogenen, untheilbaren Empfindung entsprechende Thätigkeit, in einer zweiten eine zweite ebenso

in sich gleichartige u. s. w., und eine störende Einwirkung dieser verschiedenen Thätigkeiten auf einander ist nicht zu fürchten. Eine gleiche Sicherheit des Verlaufs verschiedener gleichzeitiger Empfindungen in derselben Faser lässt sich nicht erwarten. Ein einzelnes Molekül, sei es wägbare Materie oder unwägbares Nervenagens, kann nicht zwei Bewegungen gleichzeitig ausführen; wie im Momente der Kreuzung von Schall- oder Wasserwellen die einzelnen schwingenden Theilchen durch das Zusammenwirken aller sie treffenden Stösse in eine einfache Bewegung versetzt werden, deren Richtung und Geschwindigkeit Resultanten der Richtungen und Geschwindigkeiten sämmtlicher stossenden Theilchen sind, so muss auch in der einzelnen Nervenfaser die Bewegung jedes einzelnen Theilchens des Nervenagens in jedem Momente eine einfache, aus den einzelnen ihm mitgetheilten Bewegungen nach dem Gesetze des Kräfteparallelogramms construirbare sein. Aus den so entstandenen Bewegungen des Nervenagens stellt sich nicht ebenso, wie aus den Bewegungen der Schall- und Wasserwellen, nach geschehener Durchkreuzung die ursprüngliche Bewegung wieder her. Der Theil einer Schall- und Wasserwelle, welcher mit einer andern Welle sich kreuzte, tritt nach geschehener Durchkreuzung wieder in seinen Platz in die Gesammtwelle und schreitet mit ihr in der früheren Ordnung fort. Verschiedenartige Oscillationen des Nervenagens, einmal in einer Faser vereinigt, können nicht in einzelne ihnen entsprechende Gesammtwellen zurücktreten, einmal, weil sie am Ende der Faser solche Gesammtwellen nicht vorfinden, und besonders, weil ihre Vereinigung innerhalb der Nervenfaser durchaus nicht eine Kreuzung von verschiedenen Bewegungen mit verschiedener Richtung ist, wie bei sich kreuzenden Schall- oder Wasserwellen, sondern eine Summirung verschiedener Bewegungen von gleicher Richtung. Sie müssen also vereinigt, wie sie einmal waren, das bewirken, was sie bewirken sollen. Sollen die Gehörnerven allein die Gehörempfindung in sich erzeugen, so muss durchaus jede einzelne isolirte Empfindung durch eine einzelne Nervenfaser geleitet werden. Man könnte dann etwa noch weiter gehen und vermuthen, dass ein jeder einzelnen Nervenfaser zugehöriges Centralorgan die Umsetzung der Empfindung in Wahrnehmung vermittelte.

Bis dahin ist der Hergang vollkommen klar und verständlich. Es wäre danach die Trennung der einzelnen Klänge in Grundton und Obertöne und der grösseren Klangmassen in ihre Partialklänge nur deshalb angeordnet, damit nicht die sämmtlichen Töne in eine durch Nerventhätigkeit nicht wieder in ihre

Bestandtheile auflösbare homogene Masse zusammenflössen. Nicht ebenso klar und verständlich ist die Sache, wenn wir, nicht zufrieden zu wissen, dass überhaupt Wahrnehmungen entstehen, nun auch fragen, was dann aus der künstlich angelegten Isolirung der einzelnen Töne wird, wenn dieselben zu unseren Wahrnehmungen, zu Zuständen unsrer Seele werden. Denn dass für unsere Wahrnehmung einer Tonfolge, eines Accords Nichts gewonnen ist, wenn die Nervenfaser *a* als Partialsubject für die Wahrnehmung des Tones α, die Nervenfaser *b* für die des Tones β functionirt, ist leicht zu begreifen. Es muss ein über beiden stehendes Subject vorhanden sein, welches befähigt ist, aus dem nicht nothwendig räumlichen, aber doch idealen Contact mit den Nervenfasern *a* und *b* und ihren Zuständen, analoge Zustände in sich selbst zu reproduciren, welche es als die Töne α und β wahrnimmt. Gestehen wir aber die Nothwendigkeit einer Reproduction von Zuständen innerhalb des Wesens unsrer Seele, analog den Zuständen der Hirnnervenfasern, zu, so ist ein zweites Zugeständniss die nothwendige Folge. Wir müssen dann auch annehmen, dass der ganze hypothetisch statuirte künstliche Mechanismus eigentlich überflüssig ist, und dass Bewegungen, die doch einmal bestimmt sind, innerhalb unserer Seele zu räumlich ungetrennten, rein intensiven Zuständen derselben zusammenzufliessen, auch wohl zur Erreichung dieses Zieles getrennter Wege nicht bedurften, dass also die denn doch wirklich vorhandene Trennung der einzelnen in kleineren und grösseren Klangmassen enthaltenen Töne vielleicht nicht im Cortischen Organe, sondern auf eine weniger leicht nachweisbare Weise in unsrer Seele vor sich geht. Wir stellen vorläufig dem physikalischen Mechanismus, welchen Helmholtz im Cortischen Organe zu finden glaubt, einen psychischen Mechanismus gegenüber, durch den die Seele die ihr in denselben Nervenfasern ungetheilt zugeführten Eindrücke in ihre einzelnen Bestandtheile zerlegt, ohne freilich diesen Mechanismus mit derselben Anschaulichkeit in seine Einzelheiten zerlegen zu können. Aber nicht Anschaulichkeit der Erklärung ist das Ziel, das wir zu erreichen uns bemühen, sondern Wahrheit, und besser ist immerhin das Geständniss, eine Sache nicht erklären zu können, als eine anschauliche, aber falsche Erklärung.

§. 15. Was nun den hypothetischen Mechanismus der Cortischen Fasern selbst anbetrifft, so scheint es sehr gewagt, Thatsachen, welche wir an musikalischen Instrumenten beobachten, auch für sie als vorhanden vorauszusetzen und für sie daraus dieselben Gesetze zu construiren. Wenn auch aller-

dings in einem Klavier in Veranlassung eines in der Nähe erregten Klanges nur die dessen Grundtone und Obertönen entsprechenden Saiten in Mitschwingung versetzt werden, so ist doch dabei zu beachten, dass in diesem Falle sowohl Resonanzmittel als auch schallleitendes Mittel ganz anderer Natur sind, als die entsprechenden in der menschlichen und thierischen Cochlea. Dünne atmosphärische Luft wird in ganz anderer Weise ihre Oscillationen auf feste metallene Saiten übertragen, als dichtes, allen Bewegungen stark widerstehendes Wasser auf so harte, leicht bewegliche Theile, wie die Fasern des Cortischen Organes.

Denken wir uns, um uns das gegenseitige Verhältniss beider Mechanismen, des Klaviers und des Cortischen Organes, klar zu machen, beide als entgegengesetze Endglieder einer Reihe von analog construirten Apparaten, welche sich dadurch von einander unterscheiden, dass vom Klavier an die schwingenden Theile, ohne darum ihre Elasticität zu verlieren, immer weniger resistent für die Impulse des umgebenden und schallleitenden Mittels werden, bis zur zarten Bildung der Cortischen Fasern herab, dass dagegen bei allen Instrumenten vom Klavier an das schallleitende Mittel successive immer dichter und dichter wird bis zur Dichte der Labyrinthflüssigkeit. Bei den dem Klavier näher stehenden Gliedern der Reihe werden wir finden, dass die schwingungsfähigen Theile nur schwer in Bewegung versetzt werden, aber diese Bewegung eben wegen des Uebergewichts ihrer Dichte über die des schallzuführenden Mittels lange conserviren. Die Conservation der Bewegung in den schwingenden Theilen hat eine doppelte Folge. Die auf den zugeleiteten Ton gestimmten Theile erhalten von jeder neu anlangenden Welle einen neuen Stoss in der Richtung ihrer schon erworbenen Bewegung, welche dadurch, wenn auch erst nach einer messbaren Zeit, soweit verstärkt wird, um auf den zugeleiteten Ton hörbar zu resoniren. Die anders gestimmten schwingenden Theile erhalten neue Stösse, die im besten Falle nur beinahe mit ihrer schon erworbenen Bewegung zusammenfallen, in den meisten Fällen aber derselben mehr oder weniger entgegengesetzt sind. Jene zeigen noch, ebenfalls nach einer messbaren Zeit, eine sehr geringe Verstärkung, diese werden ganz oder doch so weit zum Ruhen gebracht, dass eine hörbare Resonanz nicht hervortritt. Gehen wir nun weiter herunter in der Reihe der Mechanismen, so finden wir, jemehr wir uns dem Cortischen Organe nähern, immer geringere Dichte der schwingungsfähigen Theile und immer grössere Dichte des schallleitenden Mittels. Da nun die Bewegung, welche ein

schwingungsfähiger Theil aufnimmt, um so grösser ist, jemehr die Dichtigkeit beider Körper, des schallleitenden und des schallaufnehmenden, sich gleich kömmt, da ferner seine Fähigkeit, die erworbene Bewegung zu verlieren, sich ebenso verhält, so folgt daraus für alle dem Cortischen Organe näher stehenden Mechanismen ein fast diametral dem Klavier entgegenstehendes Verhalten. Die schwingungsfähigen Theile werden in starkem Maasse schon vom ersten Stosse in Bewegung gesetzt, und geben auch sofort einen grossen Theil derselben wieder ab. Da sie nur wenig Bewegung conserviren, so ist der Erfolg bei neuen Stössen von Seiten des schallleitenden Mittels für alle Theile, mögen sie auf irgend welchen beliebigen Ton gestimmt sein, immer derselbe. Es wird keine Bewegung merklich verstärkt, weil die vorhanden gewesene schon wieder zum grossen Theil verloren ging, und es wird keine Bewegung unterdrückt, aus demselben Grunde; ein jedes schwingungsfähiges Theilchen wird durch jeden neuen Stoss in eine neue Bewegung versetzt, deren Weite und Geschwindigkeit direct von der Weite und Geschwindigkeit des neuen Stosses abhängt. Der Unterschied, welcher auf dem Klavier besteht, der zwischen resonirenden und ruhenden Theilen, fällt hier, wenigstens für die sinnliche Wahrnehmung, weg; kein schwingungsfähiger Theil bleibt ruhend, keiner wird successive in stärkere Bewegung versetzt; vielmehr begleiten alle jeden Stoss des schallleitenden Mittels mit einer von Anfang an der Stärke der Stösse und deren Geschwindigkeit proportionalen Bewegung. Hier können wir die Bewegung nicht mehr Resonanz nennen, sondern müssen sie unter die Kategorie der einfachen Schallleitung stellen. Ich habe das Cortische Organ durch seine Stellung an das Ende der Reihe gleichsam für das Ideal dieser Art von musikalischen Instrumenten erklärt. Wirklich lassen sich nach allem, was neuere mikroskopische Untersuchungen uns darüber gelehrt haben, kaum zartere, leichter bewegliche Bildungen denken, Bildungen, welche mehr dazu geeignet wären, jeden leisesten Impuls von Seiten des Labyrinthwassers völlig passiv, ohne alle merkliche elastische Reaction in sich aufzunehmen, als die Cortischen Fasern. Der geringe Grad von Widerstandsfähigkeit, der ihnen zugetheilt, durfte allerdings nicht fehlen, wenn sie nicht zur Erfüllung einer zweiten ihnen gewordenen Aufgabe unfähig sein sollten. Diese zweite Aufgabe habe ich schon in meiner früheren Arbeit über das menschliche Ohr bezeichnet: es ist die Uebertragung der ihnen mitgetheilten Impulse an die Nerven.

§. 16. Dass ich bei der grossen Abhängigkeit von den Bewegungen des Labyrinthwassers, in der nach meiner Anschauungsweise die Cortischen Fasern sich befinden, ein selbstständiges Nachklingen derselben nicht statuiren kann, leuchtet ein. Lässt sich auch, da sie doch zum Behuf der mechanischen Reizung der Gehörnerven jedenfalls einen geringen Theil von Selbstständigkeit der Bewegung besitzen müssen, nicht ihre völlige Ruhe unmittelbar nach beendigter Einwirkung des Labyrinthwassers mit mathematischer Schärfe behaupten, so können wir ihnen doch ein Nachklingen, wie es bei der raschen Aufeinanderfolge tiefer Töne beobachtet wird, nicht zuschreiben. Auch hat Helmholtz ohne Zweifel Recht, zu behaupten, wenn sämmtliche Fasern bei der Einwirkung von Schallwellen des Labyrinthwassers in Oscillationen von der Geschwindigkeit dieser Schallwellen versetzt werden, so müssen sie doch, wenn sie nach beendigter äusserer Einwirkung noch nachklingen, in der ihrer Elasticität und ihren Dimensionen eigenthümlichen Geschwindigkeit oscilliren, und es muss beim raschen Wechsel zweier tiefen von aussen kommenden Töne der Ton *a* nicht durch den Nachklang des Tones *b*, der Ton *b* nicht durch den des Tones *a* gestört werden, sondern es muss neben beiden ein dritter leise nachklingender Ton sich geltend machen, welcher weder dem einen noch dem andern von aussen kommenden Tone entspricht, sondern dem eigenthümlichen Tone, welcher dem ganzen Complex von elastischen Bildungen im Labyrinth angehört. Auch müsste dieser störende Nachklang sich ebensogut in hohen Tonlagen zeigen, wie in tiefen. Aber die Erklärung, welche Helmholtz vom beobachteten Nachklange giebt, ist ebenso unmöglich. Freilich schliesst sich dieselbe genau an die Beobachtungen an, welche wir an musikalischen Instrumenten machen, die in der Luft resoniren. Eine Klaviersaite resonirt ziemlich genau auf denselben Ton, den sie beim Klavierspielen selbsttönend erzeugt, und zwar aus dem Grunde, weil das Medium, in dem sie schwingt, die atmosphärische Luft, zu dünn ist, um merklich retardirend auf ihre Schwingungen einzuwirken. Wäre die atmosphärische Luft weniger dünn, so würden wir einen Unterschied zwischen Eigentönen und Tönen der Resonanz finden. Ist eine Saite so gestimmt, dass sie im luftleeren Raume genau so geschwind oscilliren würde, wie die schwingenden Theilchen einer Luftschallwelle, so muss sie doch, von ruhender Luft umgeben, etwas langsamer oscilliren, denn die Luft, so dünn und leicht sie ist, muss bei jeder Schwingung fortgestossen werden, und die Wirkung einer Kraft auf die

von ihr bewegte Masse verhält sich umgekehrt, wie das Gewicht der Masse. Die Spannungselasticität der Saite wird daher die Masse der Saite allein geschwinder fortbewegen, als die Masse der Saite und eine Quantität atmosphärischer Luft. Denken wir uns nun die wie vorher gespannte Saite der Einwirkung einer Reihe von Luftschallwellen ausgesetzt, welche dem durch retardirende Umgebung nicht veränderten Tone derselben entsprechen, so wird die Saite in Folge der empfangenen Stösse Schwingungen ausführen, welche in jedem Momente den Schwingungen der umgebenden Lufttheilchen, sowohl in Bezug auf die Richtung, als auch auf die Dauer, aber ebenso genau auch ihrer eignen Spannung und ihren Dimensionen entsprechen. Die umgebende Luft wirkt in diesem Falle weder beschleunigend noch retardirend auf die Saite; diese Schwingungen der stärksten Resonanz sind vielmehr vollkommen isochronisch mit den Schwingungen, welche die Saite im luftleeren Raume auszuführen vermöchte, und wenn auch nicht hörbar, doch auf andre Weise nachweisbar, geschwinder, als die Schwingungen, welche die ebenso gespannte Saite selbsttönend und von Luft umgeben ausführt.

Können wir wegen der Unhörbarkeit des Unterschiedes zwischen den Eigentönen der Saiten in der Luft und den Tönen der stärksten Resonanz, denselben als nicht vorhanden betrachten, so ist uns das doch nicht gestattet, wo es sich um eine Vergleichung der resonirenden und der Eigentöne von im Wasser schwingenden elastischen Körpern handelt. Denn die Beobachtung lehrt, dass auch festere elastische Körper, etwa von Holz, Glas, Metall, in's Wasser getaucht, einen um mehrere Stufen tieferen Ton geben, als in der Luft, und dass bei günstiger Form derselben ihr Ton selbst um zwei Octaven tiefer werden kann. So bei secundär schwingenden Körpern. Bei tangential transversalen Schwingungen beobachtet man Vertiefung des Tones um eine halbe oder ganze Stufe *). Dass Jemand etwa den Cortischen Fasern trotz ihrer auf die Richtung der Oscillationen des Labyrinthwassers rechtwinkligen Lage tangential-longitudinale Schwingungen zuschreiben sollte, bei denen allerdings eine Verlangsamung durch das Wasser nicht merkbar sein würde, brauche ich wohl nicht zu fürchten. Auch wird eine spätere Betrachtung zeigen, dass ein Nachklang, wie ihn Helmholtz statuirt, nur bei Beugungsschwingungen zu Stande kommen kann. Es liesse sich also erwarten, dass der Ton stärkster Resonanz einer Cortischen

*) Vergl. Bindseil Akustik, 608.

Faser, da die ihn bildenden Oscillationen vom Labyrinthwasser weder beschleunigt noch verlangsamt, sondern nur durch die Dimensionen und Elasticität der Faser bestimmt würden, ein merklich höherer sein würde, als der im ruhenden Wasser vor sich gehende Nachklang derselben. Fassen wir unsere Ansicht in wenige Worte zusammen, so kann der bei schnellen Tonfolgen in tiefen Lagen beobachtete störende Nachklang der einzelnen Töne nicht der Ausdruck von Gesammtschwingungen der innig vereinigten elastischen Theile des Labyrinthes sein, denn er müsste dann immer dieselbe Höhe haben, und sich ebenso gut bei hohen, wie tiefen Tonlagen geltend machen; er kann aber auch nicht von einem Nachklingen von verschieden gestimmten und bei verschiedenen äusseren Tönen einzeln resonirenden Cortischen Fasern herrühren, denn dann müsste er, wohl nicht immer derselbe verschiedene, aber doch in jedem Falle ein von dem zunächst vorher gehörten verschiedener Ton sein.

§. 17. Wenn demnach sämmtliche Cortische Fasern durch jeden Ton in der von mir angegebenen Art in Oscillation versetzt werden müssen, so wird es vollkommen gleichgültig sein, ob er dem Tone stärkster Resonanz einer bestimmten Faser genau entspricht oder eine Schwingungszahl hat, welche zwischen den Schwingungszahlen zweier benachbarten Fasern liegt. Da indessen meine Ansicht nicht durch das Experiment geprüft, sondern aus der Natur der Schallschwingungen abgeleitet ist, so dürfte sie doch von Vielen nicht für genügend erwiesen gehalten werden bei der Consequenz der Helmholtz'schen Hypothese und bei der im Ganzen doch sehr grossen Uebereinstimmung derselben mit den gegebenen Thatsachen. Setzen wir daher trotz unserer Deduction in den letzten Paragraphen wieder die Helmholtz'sche Hypothese als richtig, und leiten weitere Folgerungen aus ihr her. Da die Zahl der Töne, welche unser Ohr trifft, unendlich gross ist, die Zahl der für die brauchbaren musikalischen Töne bestimmten Fasern sich nur auf 2800, also der für das Intervall eines halben Tones bestimmten auf $33^1/_3$ sich beläuft, so wird jede Faser verhältnissmässig nur selten von Schallwellen getroffen, welche mit den ihr eigenthümlichen Schwingungen vollkommen isochronisch ablaufen. Meistens wird die Schwingungszahl des äussern Tones zwischen den Schwingungszahlen zweier benachbarten Fasern liegen. Die zunächst liegende Möglichkeit, welche dem gewöhnlichen Hergange bei der Resonanz nicht ganz genau stimmender Körper entspricht, ist die, dass beide Fasern mit der Schwingungszahl des erregenden Tones oscilliren, also den

letzteren unverändert verstärken. Dass das geschieht, scheint auch Helmholtz vorauszusetzen. wenn er *) sagt: „Wenn ein elastischer Körper durch einen Ton in Mitschwingung versetzt wird, so schwingt er mit in der Schwingungszahl des erregenden Tones, sowie der erregende Ton aufhört, klingt er aber aus in der Schwingungszahl seines eigenen Tones.“ Dieser Aeusserung scheint aber eine andre zu widersprechen **), wo Helmholtz sagt: „Es wird also schliesslich nur abhängen von der Feinheit, mit der die Erregungsstärke der beiden entsprechenden Nerven verglichen werden kann, wie kleine Abstufungen der Tonhöhe in dem Intervalle zweier Fasern wir noch werden unterscheiden können. Eben daher erklärt es sich, dass bei continuirlich steigender Höhe des äussern Tones auch unsere Empfindung sich continuirlich verändert und nicht stufenweise springt, wie es der Fall sein müsste, wenn immer nur je eine Cortische Faser in Mitschwingen versetzt würde.“ Schwingen beide Fasern in der Schwingungszahl des erregenden Tones, so ist nicht zu begreifen, wie die Fähigkeit, kleine Abstufungen der Tonhöhe im Intervalle zweier Fasern zu unterscheiden, abhängig sein soll von der Feinheit, mit der die Erregungsstärke der beiden entsprechenden Nerven verglichen werden kann. Accommodiren sich einmal beide Fasern dem erregenden Tone, so muss es für unsere Empfindung der Tonhöhe vollkommen gleichgültig sein, welcher von beiden Nerven und in welchem Grade er stärker erregt ist. Auch die Empfindung eines Springens von Stufe zu Stufe würde nimmermehr eintreten können beim Mitschwingen je einer Faser, wenn nur dieselbe dem erregenden Tone sich vollkommen accommodirt. Nur für eine richtige Schätzung der Intensität der Töne würde aus dem gleichzeitigen Schwingen je zweier Fasern ein Nutzen erwachsen können.

Nehmen wir nun ungeachtet dieses Widerspruches an, dass wirklich zwei Cortische Fasern sich einem äussern Tone von nur beinahe gleicher Höhe accommodiren, so ist freilich die richtige Empfindung der Tonhöhe damit gesichert. Nehmen wir weiter an, dass meine im §. 16 ausgesprochene Ansicht einen zu grossen Unterschied zwischen selbstständigen Tönen und Tönen stärkster Resonanz statuirt, so würde auch die im genannten Paragraphen von mir erörterte Erscheinung bei raschen Folgen tiefer Töne leidlich erklärt sein. Aber der Nachklang eines tiefen Tones, der stark genug ist, um die

*) A. a. O. S. 216.

**) A. a. O. S. 219.

Reinheit von Läufen und Trillern zu stören, wird jedenfalls noch viel deutlicher vernommen werden, wenn der Ton, dem er folgt, vereinzelt angeschlagen wird. Ist er nun mit diesem von gleicher Höhe, so stört er durch sein Nachklingen den Effect desselben nicht merklich, tritt aber die Regel in Kraft, dass jeder Körper ausklingt in der Schwingungszahl seines eignen Tones, so wird statt eines nachklingenden Tones eine nachklingende Dissonanz vernommen. Denn wenn geübte Musiker noch einen Unterschied der Tonhöhe wahrnehmen, welcher $^1/_{64}$ eines halben Tones entspricht, so können zwei, wenn auch leise Töne, die nur um $^1/_{33}$ auseinanderliegen, nicht den Eindruck eines reinen Klanges machen. Werden nun sogar durch die Schwingungen des erregenden Tones ausser den zunächst liegenden Fasern noch solche, die $^1/_{10}$ Tonstufe entfernt liegen, in Schwingungen versetzt, welche sich zu den Schwingungen der zunächst liegenden Fasern wie 74:100 verhalten; ferner solche, die $^1/_5$ Tonstufe entfernt liegen, in Schwingungen, die sich verhalten, wie 41:100, so können diese schwächeren Schwingungen freilich die Reinheit der Töne eines rasch gespielten Trillers oder Laufes nicht beeinträchtigen, aber beim Nachklange eines vereinzelt angeschlagenen Tones können sie sich sehr wohl hörbar machen. Jedenfalls würden sie nicht, wenn überhaupt hörbar, in der Empfindung mit den Schwingungen der stärker erregten Fasern in Eins zusammenfliessen können.

§. 18. Während ich mit vorliegender Arbeit beschäftigt war, hatte ich Gelegenheit, eine Arbeit von V. Hensen: „Studien über das Gehörorgan der Decapoden" *), kennen zu lernen. Derselbe hat nicht allein frühere Untersuchungen von Farre, v. Siebold, Leuckart, Kroyer in Betreff des Gehörorganes der Decapoden zusammengestellt, sondern auch durch eigne Untersuchungen unsere Kenntnisse desselben wesentlich vermehrt. Indem ich in Bezug auf das uns hier weniger interessirende anatomische Detail auf die Arbeit selbst verweise, bemerke ich nur, dass Hensen nicht nur die bei vielen Decapoden in der Gehörblase gefundenen Haare für die Gehörfunction in Anspruch nimmt, sondern auch Haare, welche bei vielen von ihnen auf der freien Körperoberfläche, namentlich auf den Antennen und am Schwanze sich finden, als Hörhaare betrachtet. Im physiologischen Theile seiner Arbeit legt er die Helmholtz'sche Hypothese seiner Erklärung von der

*) Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie von C. Th. v. Siebold und A. Kölliker XIII, 319.
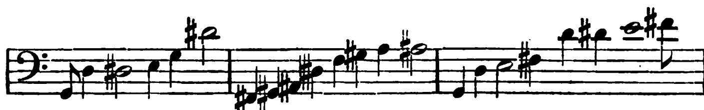
Function der Hörhaare zu Grunde, obgleich er bei einem jungen Palaemon die Zahl der Haare der Zahl der zu ihnen gehenden Nerven nur b e i n a h e entsprechend fand. Bei einzelnen Nervenfasern sah er eine Theilung *). Im Folgenden gebe ich seine Zusammenstellung des Befundes an Hörhaaren bei verschiedenen Geschlechtern der Decapoden, soweit sie uns hier interessirt. Das Zeichen + bedeutet, dass Haare in nicht näher bestimmter Zahl vorhanden sind, 0, dass sicher keine vorhanden waren.

	Untersuchtes Thier.	Otolithenhaare.	Freie Hörh. d. Ant.	Freie Hörh. d. Schwanz.
Ein Otolith in d. Hörblase.	Leucifer	+	3	0
	Sergestes	58	12	0
	Mysis	57	26	55
Blase mit vielen Otolithen.	Palaemon	40 ca.	120 ca.	130
	Crangon	7	45	71
	Porcellana.	28	26	9
Hörblase geschlossen, ohne Otolithen.	Hippa	55	0	45
	Gelasimus	88	73	15
	Sesarma	+	51	33
	Platycarcinus. . . .	+	36	70
	Pilumnus	+	30	+
	Carcinus	30	46. 39	200. 28

Um zu untersuchen, ob und in welcher Weise die Hörhaare auf Schallschwingungen des umgebenden Wassers reagirten, liess H e n s e n sich einen Kasten mit Glasboden verfertigen, dessen eine Seitenwandung durchbohrt und mit Kork geschlossen war. Durch den Kork bohrte er eine Nadel, an welche er das zu untersuchende Thier (Mysis) befestigte, füllte dann den Kasten mit Wasser und konnte nun das Thier in jeder beliebigen Lage mit Stipplinsen untersuchen. Von der entgegengesetzten Seite ragte in den Kasten hinein ein Zuleitungsapparat, eine winklig gebogene Röhre und in deren Höhlung ein Stab von gleicher Länge und Krümmung. Dieser Stab, als Columella, war auf der einen Seite winklig gebogen und dort zwischen die Platten einer das äussere Ende der Röhre überspannenden thierischen Membran befestigt, auf der andern Seite trug er eine Platte, welche einer dünnen Kautschukmembran aufgeschraubt war. Diese Platte schied das Innere der Röhre vom Wasser und stand der Nadel gegenüber. Wenn H e n s e n nun mit einem Klapphorn vor dem Tympanum die Scala blasen liess und den Chordenansatz eines Haares

*) A. a. O. S. 363.

fixirte, so bemerkte er, wie dasselbe bei gewissen Tönen undeutlicher ward und die Chorda nicht mehr sich scharf einstellen liess, während bei einem andern sogar das ganze Haar in seinen unteren Theilen bis zum Zahn hin so stark erzitterte, dass Nichts mehr deutlich wahrgenommen werden konnte. Sobald der Ton aufhörte, hörte auch die Bewegung gleich auf. Fixirte Hensen bei demselben Tone ein andres Haar, so wurde dieses in der Regel völlig ruhig gefunden. Dieses war dann wieder durch einen andern Ton der Scala zu stärkeren Schwingungen zu vermögen. Ein Beispiel des Verhaltens dreier Haare theilt Hensen mit; der Werth der Note giebt die Stärke der Schwingungen an. Dass alle anderen Töne das Haar gänzlich in Ruhe liessen, will Hensen nicht behaupten, da überhaupt die Schätzung der Stärke schwächerer Schwingungen unsicher war.



§. 19. Wollen wir nun mit Hensen annehmen, dass nach Analogie der Helmholtz'schen Hypothese verschiedene einzelne Haare von verschieden hohen Tönen in Schwingung versetzt werden, wie haben wir uns das zu denken? Gestehen wir auch die wohl bestreitbare Möglichkeit zu, dass sämmtliche Haare der Hörblase, der Antennenoberfläche und des Schwanzes einer fortlaufenden Scala von den höchsten bis zu den tiefsten Tönen entsprechen, machen wir selbst der Schwierigkeit, die Haare genau zu zählen, die Concession, dass wir statt der bei Mysis gefundenen Anzahl von 138 Haaren deren 200 annehmen, so bleibt es doch immerhin noch sehr schwierig, uns daraus eine Gehörwahrnehmung zu construiren, wie sie Helmholtz für das Cortische Organ annimmt. Rechnen wir als Umfang der Tonwahrnehmungen, deren Mysis fähig ist, dieselben sieben Octaven, welche wir in der Musik benutzen, so sind das 84 halbe Töne; für das Intervall eines halben Tones besitzt das Thier etwa $2^1/_3$ Hörhaare. Das muss schon eine beträchtliche Disproportion in der Stärke der Empfindung bei verschieden hohen Tönen setzen. Wollen wir, um die Grösse des Intervalles zwischen den Tönen je zweier Haare zu vermindern, ein Auskunftsmittel ergreifen, an welches Hensen zu denken scheint, wenn er bei der Mittheilung der Tonreihen, durch welche die einzelnen Haare in Schwingung versetzt wurden, auch ihnen die Fähigkeit vindicirt, ähnlich wie Klavier-

und Violinsaiten auch beim Erklingen ihrer Obertöne zu resoniren (vergl. Anmerkung), so steht freilich die Sache anders. Wir hätten uns dann die Sache so zu denken. Sämmtliche Hörhaare einer Mysis, also nach unserer Unterstellung deren 200, würden etwa der tiefsten Octave der dem Thiere wahrnehmbaren Töne entsprechen, und es kämen auf je einen halben Ton $16^2/_3$ Hörhaare. Das wäre für diese Octave ein immerhin noch sehr unvollkommenes Gehör, aber doch unvergleichlich vollkommener, als bei der vorher gesetzten Annahme. Jedes Hörhaar würde aber nicht blos beim Erklingen seines Grundtones mitschwingen, sondern auch bei den entsprechenden harmonischen Obertönen, also durch ein einzelnes Haar beispielsweise nicht allein *C*, sondern auch *c*, *g*, *c'*, *e'* u. s. w. zur Empfindung kommen. Denken wir uns die Sache so, so würden die entsprechenden Hörhaare durch Totalschwingungen die in der ersten senkrechten Reihe genannten Töne, beispielsweise von *C* bis *H*, durch Bildung von kleineren durch Schwingungsknoten getrennten Beugungen die Obertöne bis zu einer nach den Dimensionen der Haare verschiedenen Höhe zur Wahrnehmung bringen.
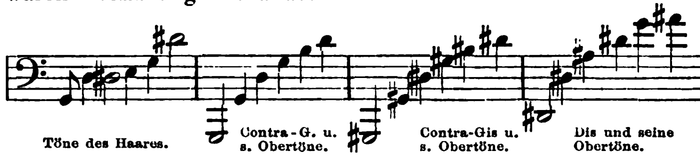
Grundton.	Obertöne. Erster	Zweiter	Dritter	Vierter	Fünfter
C	*c*	*g*	*c'*	*e'*	*g'*
Cis	*cis*	*gis*	*cis'*	*f'*	*gis'*
D	*d*	*a*	*d'*	*fis'*	*a'*
Dis	*dis*	*ais*	*dis'*	*g'*	*ais'*
E	*e*	*h*	*e'*	*gis'*	*h'*
F	*f*	*c'*	*f'*	*a'*	*c''*
Fis	*fis*	*cis'*	*fis'*	*ais'*	*cis''*
G	*g*	*d'*	*g'*	*h'*	*d''*
Gis	*gis*	*dis'*	*gis'*	*c''*	*dis''*
A	*a*	*e'*	*a'*	*cis''*	*e''*
Ais	*ais*	*f'*	*ais'*	*d''*	*f''*
H	*h*	*fis'*	*h'*	*dis''*	*fis''*

Durch die Obertöne würden allerdings die Haare schwächer in Bewegung gesetzt, als durch die Grundtöne, aber darunter würde nur ein geringer Theil der Obertöne leiden, *c* bis *fis*; *g* bis *h* würden nicht nur als erste Obertöne der Hörhaare *G* bis *H*, sondern auch als zweite Obertöne der Hörhaare *C* bis *E*, *c'* bis *fis'* nicht nur als zweite Obertöne der Hörhaare *F* bis *H*, sondern auch als dritte Obertöne der Hörhaare *C* bis *Fis*, ausserdem *c''* bis *dis''* als vierte Obertöne der Hörhaare

Gis bis *H* vernommen werden. Es würde auch auf diese Weise keine vollkommene Proportionalität der Gehörempfindungen erreicht sein, allein im Ganzen würden doch die Töne, wenn sie bei steigender Höhe die entsprechenden Haare schwächer in Schwingung versetzten, deren um so mehrere erregen, und da die Stärke einer Sinneswahrnehmung nicht allein von der Stärke der Erregung der Nerven, sondern auch von der Zahl der erregten Nerven abhängig ist, so dürfte durch das dargelegte Verhalten eine solche Stärke der Gehörempfindungen hervorgebracht werden, welche allerdings nicht vollkommene Proportionalität wäre, aber sich ihr doch ziemlich annäherte. Doch würde das Gehör des untersuchten Thieres und der ihm nahe stehenden bei einer solchen Einrichtung sehr unvollkommen bleiben in Bezug auf den Umfang der wahrnehmbaren Tonreihe, denn vermuthlich bin ich schon viel zu weit gegangen, wenn ich so schwachen, minutiösen Bildungen, wie die Hörhaare sind, die Reproduction von Obertönen nicht allein des ersten oder zweiten, sondern auch des dritten, vierten oder fünften Grades zutraue. Es würden wahrscheinlich nur zwei oder höchstens drei Octaven die Tonwelt der untersuchten Mysis bilden.

Betrachten wir nun die Reihe von Tönen, welche die von Hensen beobachteten Haare in Schwingung zu setzen vermochten. Im genausten Anschluss an Helmholtz' Hypothese durfte jedes der beobachteten Haare nur durch Einen Ton merklich erregt werden. Da wir indessen schon die Concession gemacht haben, auch ihre Erregung durch Obertöne ihres Grundtones für möglich halten zu wollen, so müssen wir uns schon darauf einlassen, die uns vorgelegten drei Reihen von Tönen eingehend zu prüfen. Leider entsprechen diese Reihen keiner irgend wie denkbaren Reihe von harmonischen Obertönen. *G* und *d* der ersten Reihe weisen auf Contra-*G* als Grundton des Haares hin, als dessen erster und zweiter Oberton. Sie lassen als folgende Töne des Haares *g*, *h* und *d'* erwarten. Dafür finden wir aber *dis*, *e*, *g*, *dis'*, und zwar *dis* und *dis'* als kräftige Töne mit starken Schwingungen bezeichnet. Wir sehen uns also genöthigt, von unserer ersten Vermuthung abzugehen und einen andern Grundton aufzusuchen. Wollen wir dabei die Richtigkeit des tonlosen Intervalles von *G* bis *d* retten, so können wir vielleicht einen Ton als Grundton des Haares annehmen, welcher zwischen Contra-*G* und Contra-*Gis*, aber dem letzteren näher liegt; *dis* und *dis'* würden dann passen, aber es fehlte *Gis*, und statt *gis* hätten wir *g*. Also auch das passt nicht. Wollen wir, um einen letzten Versuch zu machen,

Dis als Grundton des Haares betrachten, so wäre freilich *dis* und *dis'* gerechtfertigt, aber es fehlte *ais*, und *G*, *e* und *g* wären überflüssig vorhanden.



Die Prüfung des zweiten und dritten Haares weist ebenfalls zunächst auf Contra-*G* oder einen diesem nahe liegenden Grundton hin, aber die dem ersten folgenden Töne wollen sich eben so wenig in die Reihe der Obertöne desselben fügen, und doch sollte man aus der Beschreibung der Haare vermuthen, dass sie durch ihre grössere Festigkeit auch selbstständiger in ihren Schwingungen und weniger befähigt sein müssen, sich abweichenden Tönen zu accommodiren, als die Cortischen Fasern. Sie scheinen also, anstatt die Helmholtz'sche Hypothese durch ihr Verhalten zu bestätigen, vielmehr ganz geeignet, dieselbe zu widerlegen.

Dass ein andrer Theil der Helmholtz'schen Hypothese, nämlich der von der ausschliesslichen Leitung von Tönen einer bestimmten Höhe durch bestimmte einzelne Nervenfasern, sich noch weniger mit den Hensen'schen Versuchen vereinigen lässt, wenn wir sie in dieser Weise erklären, bedarf keiner Erläuterung.

Anmerkung. So muss ich es wohl verstehen, wenn Hensen S. 398 sagt: „dass mehrere Töne auf ein Haar zu wirken vermögen, erklärt sich vorläufig aus den Erfahrungen von Helmholtz, dass in jedem Instrumente mehrere Töne zugleich erklingen," obgleich Helmholtz für die Cortischen Fasern diese Fähigkeit nicht behauptet hat. Vielleicht hat auch Hensen nicht an die hier ausgeführte Erklärung seiner Versuche gedacht, sondern an eine zweite, welche im folgenden Paragraphen erörtert wird. Nur musste er dann nicht sagen: „dass mehrere Töne auf ein Haar zu wirken vermögen," sondern: „dass mehrere Töne auf ein Haar zu wirken scheinen."

§. 20. Eine andre Erklärungsweise der eigenthümlichen Reihenfolge von Tönen, welche die untersuchten Haare in Schwingung versetzten, schliesst sich viel ungezwungener an die Resultate der Helmholtz'schen Untersuchung an, als die obige, will aber eben so wenig vollständig passen. Wir würden nach ihr anzunehmen haben, dass die untersuchten Fasern wirklich nicht auf die einzelnen, vom Klapphorn angegebenen Töne resonirten, sondern jedes von den drei Haaren auf einen einzelnen ziemlich hochliegenden Ton, welcher gemeinschaftlicher

Oberton sämmtlicher in einem einzelnen Versuche geblasenen Grundtöne war. Ich untersuchte in dieser Beziehung die Töne, welche das erste der von Hensen auf ihre Schwingungen untersuchten Haare in Schwingung versetzt hatten. Wie sich auch immer die Obertöne derselben verhalten mochten, es mussten sich darunter genaue Obertöne von *dis* und *dis'* finden, weil beide in der angegebenen Tonreihe als sehr stark einwirkend bezeichnet sind, und sich nicht wohl annehmen lässt, dass Obertöne, welche nur beinahe mit dem Tone stärkster Resonanz des Haares übereinstimmten, dasselbe in vorzugsweise starke Schwingungen versetzen konnten. Ich setzte also voraus, dass das Haar auf einen der gemeinsamen Obertöne von *dis* und *dis'* abgestimmt sei, und stellte mit diesen alle die Obertöne der übrigen Töne der geblasenen Scala zusammen, welche mit ihnen gleiche oder beinahe gleiche Schwingungszahl haben. Ich berücksichtigte dabei, dass, wenn ein niederer Oberton um eine gewisse Anzahl Schwingungen von dem zunächst liegenden Obertone von *dis* und *dis'* abweichen durfte, ohne seine Einwirkung auf das untersuchte Haar ganz zu verlieren, die höheren Obertöne um eine entsprechend höhere Anzahl von Schwingungen von den Obertönen von *dis* und *dis'* abweichen durften. Ich fand nun, indem ich die Reihen von einander zunächst liegenden Obertönen der verschiedenen Töne zusammenstellte, folgende Reihen:

633,6		633,6		633,6
2ter Oberton von *Gis.*		1ster Oberton von *dis.*		*dis'.*

1267,2	1267,2	1267,2	1267,2											
5 *Gis*	3 *dis*	2 *gis*	1 *dis'*											
1900,8	1876	1900,8	1877,5	1876	1900,8									
8 *Gis*	7 *B*	5 *dis*	4 *fis*	3 *b*	2 *dis'*									
2574	2534.4	2534,4	2534,4	2534,4	2534,4									
12 *G*	11 *Gis*	8 *cis*	7 *dis*	5 *gis*	3 *dis'*									
3168	3168	3217,5	3168	3168	3168	3168	3168	3168						
15 *G*	14 *Gis*	12 *H*	11 *c*	9 *dis*	8 *f*	7 *g*	5 *c'*	4 *dis'*						
3762	3801,6	3752	3861	3801,6	3755	3801,6	3752	3801,6						
18 *G*	17 *Gis*	15 *B*	12 *d*	11 *dis*	9 *fis*	8 *gis*	7 *b*	5 *dis'*						
4435,2	4400	4453,5	4455	4488	4455	4435,2	4400	4435,2						
20 *Gis*	19 *A*	18 *B*	17 *H*	16 *c*	14 *d*	13 *dis*	9 *a*	6 *dis'*						
5148	5068,8	5060	5016	5068,8	5049	5068,8	5148	5068,8	5068,8	5068,8				
25 *G*	23 *Gis*	22 *A*	18 *c*	17 *cis*	16 *d*	15 *dis*	12 *g*	11 *gis*	8 *cis'*	7 *dis'*				
5742	5702,4	5720	5692,5	5632	5643	5702,4	5632	5632,5	5720	5628	5632	5702,4		
28 *G*	26 *Gis*	25 *A*	22 *H*	19 *cis*	18 *d*	17 *dis*	15 *f*	14 *fis*	12 *a*	11 *b*	9 *cis'*	8 *dis'*		
6336	6336	6380	6339,5	6435	6336	6237	6336	6270	6336	6336	6336	6335	6336	6336
31 *G*	29 *Gis*	28 *A*	26 *B*	25 *H*	23 *c*	20 *d*	19 *dis*	18 *e*	17 *f*	15 *g*	14 *gis*	12 *h*	11 *c'*	9 *dis'*
6930	6969,6	7040	7043	6930	6864	7040	6960,6	6930	7040	7040	7031	6864	6969,6	
34 *G*	32 *Gis*	31 *A*	29 *B*	27 *H*	25 *c*	24 *cis*	21 *dis*	20 *e*	19 *f*	15 *a*	14 *b*	12 *c'*	10 *dis'*	

Hier finden wir in der ersten mitgetheilten Reihe neben dem Tone *dis'* nur den ersten Oberton von *dis* und den zweiten von *Gis*, welche im Stande sein würden, das untersuchte Haar gleichmässig in Schwingungen zu versetzen; in den späteren Reihen wächst die Zahl der Töne, welche durch die Schwingungszahl ihrer entsprechenden Obertöne dasselbe vermögen. In der zehnten Reihe finden wir in dem Intervall von *G* bis *dis'* schon deren fünfzehn, und wollten wir über den 33sten und 34sten Oberton noch hinausgehen, so würden wir ohne Zweifel auf Reihen treffen, in denen sämmtliche Töne von *G* bis *dis'* irgend einen Oberton besässen, dessen Schwingungszahl mit der Schwingungszahl der übrigen Obertöne genügend genau übereinstimmte, um das untersuchte Haar durch jeden einzelnen von ihnen zu Schwingungen erregt zu denken. Es macht dabei keinen Unterschied, ob die Obertöne des Klapphornes harmonische sind, wie ich sie in obigen Reihen berechnet habe, oder, wie mir das wahrscheinlicher ist, a priori nicht berechenbare unharmonische. Denn auch unharmonische Obertöne einer Tonreihe müssen, je höher sie sind, um so mehr zu der angedeuteten Leistung im Stande sein. Uebrigens ist es mir sehr zweifelhaft, ob so hohe Obertöne, wie der 34ste von *G* oder der 32ste von *Gis* noch stark genug sein können, um einen irgend sichtbaren mechanischen Effect hervorzubringen. Jedenfalls bleiben uns nur zwei Möglichkeiten zur Erklärung des Hensen'schen Versuches. Entweder ist das dem Versuche unterworfene Haar durch tiefere Obertöne oder durch höhere in Schwingungen versetzt. Ist das erstere der Fall, so sind Schwingungen nicht nur eingetreten, wo sie der Theorie nach eintreten mussten, sondern auch da, wo sie nicht eintreten durften; ist das letztere der Fall, so fehlen in der Reihe des Versuches: *G, d, dis, e, g, dis'*, namentlich zwischen *G* und *d* mehrere Töne, welche nothwendig vorhanden sein mussten.

§. 21. Derselbe Vorwurf trifft allerdings den Hensen'schen Versuch, auch wenn wir ihn zur Bestätigung meiner Ansicht zu benutzen versuchen. Es musste dann noch mehr, als bei Hensen's Erklärungsweise, jeder einzelne Ton der geblasenen Scala das Haar in Schwingung versetzen. Ich muss daher vorläufig den ganzen Versuch für ungeeignet halten, Etwas für oder gegen Helmholtz zu beweisen, will indessen demselben als einem Curiosum sein Recht widerfahren lassen, und ihn zu erklären versuchen. Ich glaube eine Erklärung in der Unvollkommenheit des Zuleitungsapparates zu finden.

Hensen hat denselben allerdings nicht genau genug beschrieben, um seine Unvollkommenheit sicher nachweisen zu können. Doch werden einige Bemerkungen genügen, eine solche wahrscheinlich zu machen. Dass gespannte Membranen, welche beiderseits von Luft umgeben sind, nicht auf alle Töne gleich leicht resoniren, ist bekannt. Sie verhalten sich analog den gespannten Saiten, und resoniren demgemäss am leichtesten auf ihren Grundton und ihre Flageolettöne. Nun findet sich im menschlichen Trommelfell eine Compensation dieses Uebelstandes in der Form der von mir beschriebenen Interferenz. Den dazu nöthigen Mechanismus hat Hensen durch das am Ende winklig gebogene Stäbchen seines Zuleitungsapparates nachgeahmt, aber, wie es scheint, ohne ganz genau die nöthigen Bedingungen eines solchen Mechanismus zu berücksichtigen, die sich allerdings auch bei einem künstlichen Apparate wohl nicht leicht in gleicher Vollkommenheit herstellen lassen, wie sie im Trommelfell hergestellt sind. So ist es gekommen, dass Hensen's Tympanum auf viele Töne reagirt, auf die es, ausser Verbindung mit Hammer oder Columella, nicht zu reagiren vermöchte, aber doch nicht auf die ganze Reihe der Töne des bei den Versuchen benutzten Klapphornes.

Ist übrigens meine hier ausgeführte Vermuthung von der Unvollkommenheit des Hensen'schen Zuleitungsapparates gegründet, so bedarf meine oben gemachte Concession, nach welcher Hensen's Versuch eben so wenig für meine, wie für Helmholtz's Ansicht Etwas beweist, einer Einschränkung. Bewirkte Hensen's Zuleitungsapparat eine unvollkommene Interferenz, so durften manche Töne ihre Einwirkung auf das Haar versagen, weil die ihnen angehörigen Schwingungen gar nicht auf das Wasser des Apparates übergingen. In keinem Falle aber durfte ein Ton das Haar in Schwingung versetzen, wenn nicht er selbst oder einer seiner Obertöne zur Abstimmung des Haares passte. Es beweisen also die bei einem Tone fehlenden Schwingungen des Haares nicht durchaus gegen meine Ansicht, aber jede Bewegung desselben bei einem Tone, welcher weder durch seine noch seiner Obertöne Schwingungen für das Haar passte, widerlegt die Hypothese von Helmholtz.

Wenn ich nach dem Obigen Hensen's Ansicht von der Function der Hörhaare nicht theilen kann, so fällt damit auch die vorläufig von mir gemachte Concession, dass sämmtliche Hörhaare des Gehörbläschens, der Antennen und des Schwanzes einer fortlaufenden Scala entsprechen möchten. Ich nehme,

um das oft Gesagte zu wiederholen, für jedes einzelne Haar die Fähigkeit in Anspruch, von sämmtlichen Tönen in Schwingung versetzt zu werden, aber die Schwingungen der Haare besitzen, je nachdem dieselben im Hörbläschen, auf den Antennen oder am Schwanze befestigt sind, für die betreffenden Thiere eine sehr verschiedene Bedeutung. Für die Decapoden, welche im Hörbläschen Haare besitzen, dienen dieselben vorzugsweise der geistigen Thätigkeit, während die Hörhaare der Antennen und des Schwanzes Reflexbewegungen auszulösen bestimmt sein mögen, welche, von höchster Wichtigkeit für die Erhaltung des betreffenden Thieres, nicht lediglich der Ueberlegung desselben untergeordnet werden durften, sondern ohne psychische Vermittlung, also auf einem sichereren Wege rasch erfolgen müssen. Freilich giebt es Geschlechter, bei denen sich keine Hörbläschen, also noch weniger in denselben Hörhaare finden. Bei ihnen muss allerdings die Vertheilung der Functionen eine andre sein, aber vorläufig lässt sich über dieselbe kaum eine Vermuthung wagen.

§. 22. Allerdings hat die Dämpfung in den Hörhaaren der Decapoden, wie in den ihnen ähnlichen der Ampullen des menschlichen Ohres doch noch nicht den höchsten Grad der wünschenswerthen Vollkommenheit erreicht. Ich schliesse das aus dem Bau des Cortischen Organes, in welchem ausser der schwingungsdämpfenden Einwirkung des Labyrinthwassers noch ein anderes Mittel zu gleichem Zwecke benutzt ist. Betrachten wir genauer dessen einzelne Theile, soweit sich deren akustisches Verhalten bis jetzt beurtheilen lässt, so finden wir als wichtigste die beiden die Scala media von der Vorhofsseite einerseits und von der Paukenseite andrerseits abschliessenden Membranen, Membrana Corti und Membrana basilaris, und zwischen ihnen die Cortischen Bögen erster und zweiter Reihe und die Membrana reticularis. Die Membrana Corti hängt mit keiner der übrigen Bildungen, wie die beistehende schematische Figur zeigt, unmittelbar zusammen, kann also auf keine derselben unmittelbar Schallwellen übertragen. Ob sie durch concentrirte Schallleitung den Ton und dessen Einwirkung auf die Membrana basilaris und die Cortischen Bögen verstärken kann, ist wenigstens zweifelhaft. Joh. Müller hat in dieser Beziehung aus seinen Versuchen zwei Gesetze abgeleitet, welche er mit folgenden Worten*) ausspricht: „Schallwellen, die sich im Wasser fortpflanzen, und durch begrenzte feste Körper

*) Physiologie, II, S. 421 und 422.

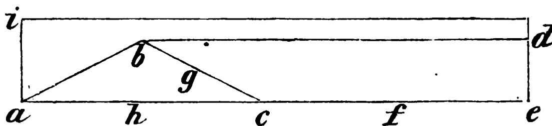
durchgehen, theilen sich nicht blos stark dem festen Körper mit, sondern resoniren auch von den Oberflächen des festen Körpers in's Wasser, so dass der Schall im Wasser in der Nähe des festen Körpers auch da stark gehört wird, wo er zufolge der blossen Leitung im Wasser schwächer sein würde," und „dünne Membranen leiten den Schall im Wasser ungeschwächt, mögen sie gespannt oder ungespannt sein." In der weiteren Ausführung des zweiten Satzes wird ausdrücklich jede Verstärkung geleugnet, und damit zwischen festen Körpern und Membranen ein Unterschied aufgestellt, der im ersten Augenblick unwahrscheinlich, sich doch vollständig aus dem erklärt, was ich oben von dem Verhalten leichter, sehr nachgiebiger Körper gegen Schallwellen des Wassers behauptet habe. Wollen wir nun, wie meiner Deduction, so Müller's Versuchen, als zu wenig exact, eine vollständige Beweiskraft absprechen, so denke ich Nichts dagegen einzuwenden. Es lässt sich allerdings kaum annehmen, dass den Membranen in Müller's Versuchen, wie den Cortischen Bögen oder der Cortischen Membran, jede selbstständige Reaction gegen die Einwirkung von Schallwellen des Wassers abgehen sollte; auch habe ich das nicht für die Cortischen Bögen behauptet, sondern nur angenommen, dass diese selbstständige Reaction sehr gering sein würde, gerade gross genug, um die Nervenfasern des Acusticus mechanisch reizen zu können. Eine ähnliche Selbstständigkeit der Schwingungen dürfte auch der Cortischen Membran zuzuschreiben sein, nicht stark genug, um in einem Versuche, wie dem von Müller angestellten, sich bemerkbar zu machen, aber doch genügend, um eine Art concentrirter Schallleitung herzustellen, welche, ohne zur Resonanz auszuarten, doch im Stande wäre, die Schallstrahlen von ihrem geraden Wege in dem Sinne abzulenken, dass sie mehr senkrecht auf die Cortischen Bögen und die Membrana basilaris träfen. Die Schallstrahlen nämlich, welche aus dem Vorhofe kommen, treffen nur zum Theil direct auf die genannten Theile; ein grosser Theil derselben trifft sie erst nach ein- oder mehrmaliger Reflexion; es müssen also die Schallstrahlen, wenn sie zur Einwirkung kommen, die verschiedensten Richtungen haben; namentlich werden viele von ihnen die Cortischen Bögen in Schwingungen versetzen, deren Richtung von der Richtung der Schwingungen der Membrana basilaris mehr oder weniger abweicht. Sind diese Schallstrahlen nun genöthigt, vorher eine Membran zu passiren, welche den Schall geschwinder leitet, als Wasser, so gehen nur die, welche sie senkrecht passiren, ungebrochen durch, alle übrigen werden in dem Sinne gebrochen, dass sie unter

einem Winkel austreten, welcher sich mehr oder weniger einem rechten nähert. (Vergl. das oben beim Ohrknorpel Gesagte.)

§. 23. Die so durchgegangenen Schallwellen treffen also die membranösen und faserigen Bildungen, die uns vorzugsweise interessiren, so ziemlich alle in der gleichen, d. h. beinahe senkrechten Richtung. Als weniger beweglich werden die Cortischen Fasern erster Reihe *ab* nur schwach in Schwingung versetzt, in stärkere Schwingungen die zarteren Fasern zweiter Reihe *bc*, die Membrana reticularis *bd* und die Membrana basilaris *ae*. Die eigenthümliche genaue Verbindung von getrennten Fasern mit der zusammenhängenden Membrana basilaris genügt schon für den unbefangenen Blick, die Helmholtz'sche Erklärung ihrer Function unwahrscheinlich zu machen. Sollte wirklich jede Faser nur durch einen bestimmten Ton ausschliesslich in Bewegung gesetzt werden, so müssten wir von der Membran etwas Aehnliches erwarten, dass sie nämlich nur durch Schallwellen ihres Grundtones und ihrer Flageolettöne in Bewegung gesetzt würde. Sie müsste somit die Bewegungen einiger weniger Fasern verstärken, und so die so sorglich vermiedene Bevorzugung einzelner Töne befördern. Jedenfalls würde das Cortische Organ die von Helmholtz behauptete Leistung sicherer und vollkommener ausführen können, wenn jede einzelne Faser zweiter Reihe mit einem isolirten Theile der Membrana basilaris verbunden wäre, die letztere also in soviel Fasern getheilt wäre, als Cortische Fasern zweiter Reihe vorhanden sind.

Doch das nur beiläufig. Fahren wir in unsrer Betrachtung fort, so haben wir als relativ feste Puncte die Puncte *b* und *c* zu beachten. Ich nenne dieselben relativ fest, d. h. sie sind beweglicher, als sonst die Fixationspuncte gespannter Membranen oder Streifen zu sein pflegen, in specie beweglicher, als die

Fig. 6.



Fixationspuncte der Cortischen Membran *i* und *d*, und als die Fixationspuncte der Membrana basilaris *a* und *e*. Sie sind aber nicht so beweglich, wie die zwischen *b* und *d*, *b* und *c*, *a* und *c*,

c und *e* liegenden Theile. Jedes dieser Mittelstücke nämlich verhält sich, wie eine durch Spannung elastische Saite in der Ruhelage, bei der ein Minimum von Kraft genügt, um sie sehr merklich aus dieser Ruhelage zu entfernen. Die Puncte *c* und *b* dagegen werden gleichzeitig von drei verschiedenen Seiten gehalten, und können, in dieser Beziehung dem Handgriff des Hammers vergleichbar, wie dieser für das Trommelfell, so ihrerseits für die schwingenden Theile des Cortischen Organes als Stege betrachtet werden, müssen also auch für sie dieselbe Wirkung haben. Jeder der zwischen den festen Puncten *d*, *e* und *a* und den relativ festen Puncten *b* und *c* schwingenden elastischen Theile muss bei der Einwirkung einer Welle nach derselben Richtung ausschlagen, beim Einwirken einer Verdichtungswelle nach der Scala tympani, beim Einwirken einer Verdünnungswelle nach der Scala vestibuli, aber keine dieser Bewegungen kann eine selbstständige Nachschwingung veranlassen, weil jede Nachschwingung dieser Theile durch eine Oscillation in entgegengesetzter Richtung, welche vom Nachbartheile auf sie übertragen wird, aufgehoben wird. Eine nicht vorhandene Nachschwingung aber kann sich weder mit einer neu hinzukommenden Bewegung summiren, noch von ihr geschwächt werden, oder ihrerseits dieselbe schwächen; jede neue Schallwelle trifft auf Theile, welche, ohne eigne Bewegungstendenz, vollständig geneigt sind ihr zu folgen. Dass das nicht die Bedingungen für irgend welche Resonanz sind, oder für die Bevorzugung eines einzelnen Tones durch eine einzelne Faser, leuchtet ein. (Hiermit ist zu vergleichen, was ich über die Interferenz im Trommelfell gesagt habe.)

Dass ich bei meiner Deduction nicht mathematisch genau anzugeben weiss, wie stark die interferirende Einwirkung einer jeden oscillirenden Abtheilung auf jedes Nachbarsegment ist, dürfte kaum als Vorwurf für meine Arbeit gelten können. Dichte, Elasticität, Dimensionen der betreffenden Theile müssten, um solche Fragen direct zu beantworten, auf's Genauste ermittelt sein; wir kennen aber bis jetzt nur ihre Dimensionen annähernd, von ihrer Dichte und Elasticität wissen wir Nichts; ob wir dieselben jemals genau genug kennen lernen werden, um unserern Untersuchungen eine ähnliche Genauigkeit zu geben, wie die Untersuchungen der letzten Jahre sie der Physiologie des Gesichtssinnes gegeben haben, dürfte sehr unwahrscheinlich sein. Ob auf Umwegen das gewünschte Detail zu finden sein wird, ist ebenso wenig zu glauben. So müssen wir uns vorläufig begnügen, wie ich es versucht habe, zu zeigen, welche allgemeineren Gesetze wahrscheinlich für unser

Organ gelten und welches Resultat im Ganzen und Grossen deren Anwendung erwarten lässt.

§. 24. Ich komme jetzt zu einer Frage, welche sich leider nicht sicher genug beantworten lässt, um der obigen Untersuchung einen befriedigenden Abschluss zu geben. Es ist die Frage nach der wirklichen Ursache des bei tiefen Tönen vorkommenden Nachklanges. Wenn diese Ursache nicht in einer unvermeidlichen Unvollkommenheit unseres Ohres liegt, so bleiben nur das schallleitende Medium und die musikalischen Instrumente zur Erklärung übrig.

Nicht ohne guten Erfolg hat man vielfach die sichtbaren Wellen der Oberfläche des Wassers mit den unsichtbaren Schallwellen der Luft verglichen. Nun hat man an Wasserwellen eine Beobachtung gemacht, die, wenn sie ihr Analogon an Schallwellen finden sollte, das Räthsel ohne Weiteres lösen würde. Erregt man in einer ruhenden Wasserfläche durch einen auf einen Punct derselben gerichteten Stoss die bekannten Kreiswellen, so schreiten diese mit einer je nach ihrer Höhe und Breite verschiedenen Geschwindigkeit in der Richtung der Radien allseitig fort. Doch vergrössert sich die alsbald in der Mitte wiederhergestellte glatte Fläche nicht so rasch, wie die ursprünglichen Kreiswellen fortrücken. Denn ganz deutlich bemerkt man während des Fortschreitens der innersten der ursprünglichen Wellen, wie dieselbe hinter sich eine nur etwas niedrigere und schmalere Welle an dem Orte erregt, den sie im vorhergehenden Zeitraume eingenommen hatte, diese wieder eine noch kleinere Welle, die auch in derselben Richtung fortschreitet, und so entsteht nach und nach durch den Druck, den die jedesmal letzte Welle auf die hinter ihr befindliche Flüssigkeit ausübt, eine grosse Anzahl von Wellen, die sich nach der Brüder Weber Zählungen höher als auf fünfzig beläuft*).

Was nun bei Wasserwellen durch den Druck der Wassertheilchen auf einander und durch ihr Beharrungsvermögen einfach und leicht erklärt wird, ist trotz der oberflächlicken Aehnlichkeit nicht ohne Weiteres bei Luftwellen als vorhanden anzunehmen, und etwa durch die Elasticität und das Beharrungsvermögen der Lufttheilchen zu erklären. Jedes der letzteren ist in einiger Entfernung vom Schallmittel, so lange Schallwellen an ihm vorübergehen, in einer Bewegung begriffen, die vollkommen pendelartig erst langsamer, dann mit zuneh-

*) Weber, Wellenlehre, §. 82.

mender, dann wieder bis zum vollständigen Verschwinden abnehmender Geschwindigkeit nach vorwärts, und in derselben Ordnung rückwärts gerichtet ist. Jedes in einer Wellenbewegung auf- und absteigende Wassertheilchen zeigt in seiner Bewegung, wenn wir sie nur in Bezug auf ihre senkrechte Richtung betrachten, dieselbe Analogie mit dem Pendel. Aber weiter geht die Aehnlichkeit nicht. Die dünne Luftschicht *a* zeigt diese pendelartige Bewegung in einiger Entfernung von der Tonquelle schon beim Anfang der ersten Schwingung, zeigt sie selbst in unmittelbarer Berührung mit der Tonquelle, wenn die letztere ebenfalls pendelartige Schwingungen ausführt, und tritt, wenn von Seiten derselben kein neuer Anstoss erfolgt, mit der Beendigung ihrer letzten Rückschwingung in die Stelle ihres vollständigen Gleichgewichts zurück. Aus dieser ursprünglichen Gleichgewichtslage würde sie, a fronte von einer Verdünnungswelle, a tergo von einer ruhenden normal dichten Luftschicht begrenzt, durch die letztere in eine neue Oscillation gedrängt werden müssen mit einer Kraft, welche gleich ist ihrer Dichte, dividirt durch die Dichte der zunächstliegenden Schicht *b* der Verdünnungswelle. Aber diese neue Bewegung könnte auf die Luftschicht *a* nur übertragen werden mit einer Geschwindigkeit gleich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles, und mit derselben Geschwindigkeit ist die zunächstliegende Luftschicht *b* der Verdünnungswelle schon ebenfalls in die ursprüngliche Gleichgewichtslage zurückgekehrt. So hat nun *a* nicht nur die Stelle wieder eingenommen, in der es früher im Gleichgewicht war, sondern ist auch einem von allen Seiten gleichen Drucke ausgesetzt, hat also keine Veranlassung, diese Stelle mit einer andern zu vertauschen. Mit *b* und nach ihr mit allen folgenden Luftschichten *c*, *d* u. s. w. beginnt successive derselbe Hergang und bringt denselben Erfolg hervor.

Ganz anders verhält es sich mit einem Wassertheilchen, welches in eine Wellenbewegung hineingezogen wird. Nicht mit erst zu- dann abnehmender Geschwindigkeit und mit dazwischen liegenden Momenten der Ruhe bewegt sich das Wassertheilchen; seine Bewegung ist eine kreisförmige oder doch mehr oder weniger kreisähnliche und wahrscheinlich um so gleichmässigere, als seine Bahn einem Kreise ähnlicher wird. Es findet also nach einer einzelnen Zurücklegung seiner vollständigen Bahn keinen Punct, an dem die allmälig verminderte Bewegung auf Null reducirt würde, um in Folge eines neuen Impulses auf's Neue zu beginnen. Wir können die dem Wassertheilchen eigenthümliche kreisähnliche Bewegung in zwei geradlinige,

eine senkrechte und eine horizontale zerlegen, jede für sich allein ebenso pendelartig, wie die Bewegungen des oben besprochenen Lufttheilchens. Die horizontale Bewegung gleicht völlig, abgesehen von der Grösse, den kleinen Bewegungen der Wassertheilchen bei Fortpflanzung des Schalls im Wasser und würde ganz so wie diese und wie die besprochenen kleinen Oscillationen der Luft sofort zur Ruhe kommen müssen, wenn kein neuer Anstoss mehr erfolgte. Weil aber das Wasser für so weite Bewegungen zu wenig compressibel ist, so kommen dieselben nur zu Stande, wenn die zwischen zwei einander genäherten Wassertheilchen zwischenliegenden unter der Form von Wellenbergen nach oben ausweichen, wobei natürlich, da die Masse des Wassers nicht vergrössert wird, den positiven Wellenberg ein negativer Theil, das Wellenthal begleiten muss. Es bilden sich so Beugungswellen und mit ihnen pendelartige Schwingungen, die senkrecht gegen die ruhende Wasserfläche gerichtet sind. Diese senkrechten Schwingungen bilden den von den beiden supponirten Bestandtheilen der kreisähnlichen Bewegungen, welcher, ohnerachtet er ebenso pendelartig zu- und abnimmt, wie die horizontalen, doch ein schnelles Aufhören der Wasserwellen mit dem Aufhören des äussern Anstosses verhindert. Die Stellen nämlich, wo diese Schwingungen momentan zur Ruhe kommen, fallen nicht mit der Stelle zusammen, von wo aus sie begannen und an denen sie am Ende wieder zur definitiven Ruhe zu kommen bestimmt sind, sondern nach oben mit dem höchsten Puncte des Wellenberges, welchen das betreffende Theilchen je nach seinem ursprünglichen Verhältniss zur Oberfläche erreichen kann, nach unten sinken sie ebenso tief unter das Niveau des Wellenthales. Jene Stelle der ursprünglichen und der späteren definitiven Ruhe passirt das Wassertheilchen im Momente seines raschesten Auf- und Abwärtssteigens. Denn jedes irgendwo im Bereich der Wellenbewegung befindliche Theilchen sinkt vom Puncte seiner höchsten Erhebung durch die Wirkung der Schwerkraft bis zu seiner ursprünglichen Gleichgewichtslage mit beschleunigter Geschwindigkeit. Durch das Beharrungsvermögen bewegt es sich über diesen Punct hinaus, aber weil ihm jetzt die Schwere der durch sein Sinken über ihre Gleichgewichtslage emporgedrängten Wassertheilchen stetig entgegenwirkt, mit verzögerter Geschwindigkeit.

§. 25. Durch obige Deduction dürfte es erklärt sein, weshalb der schallleitenden Luft ein plötzliches Sistiren der Schallbewegung nach Aufhören des äusseren Tones ebenso natürlich

ist, wie der Wasserfläche die fortgesetzte Bildung von immer neuen Beugungswellen nach Aufhören des Anstosses. Wir dürfen noch weiter gehen und behaupten, dass jeder primär schwingende Körper in dieser Beziehung der Schallbewegung der Luft, jeder in secundären oder Beugungsschwingungen begriffene Körper der Wellenbewegung einer Wasserfläche sich ähnlich verhalten muss. Denn alle primär schwingenden Theilchen eines Körpers kommen nach jeder Doppelschwingung in ihre ursprüngliche Gleichgewichtslage zurück mit allmälig abnehmender und zuletzt aufhörender Bewegung, alle secundär schwingenden Theilchen passiren ihre ursprüngliche Gleichgewichtslage im Momente ihrer raschesten Bewegung. Ich glaube daher bei der Schwierigkeit der Unterscheidung über die Natur von Schallschwingungen in manchem concreten Falle diesen Umstand als wichtiges Kriterium für die Unterscheidung beider Arten von Schwingungen bezeichnen zu dürfen. Ich verstehe diesen Satz nicht so, dass primär schwingende Körper überhaupt des Nachklanges unfähig sind. Sie können nachklingen, aber nur dadurch, dass die Bewegung successive von einer Schicht der Moleküle zu der zunächst liegenden u. s. w. übergeht. Hat nun ein solcher Körper hinreichende Dimensionen, so kann er hörbar nachklingen. In einem transversal schwingenden Körper dagegen bedingen die Schwingungen der zuerst erregten Theile auch den Nachklang, ohne dass freilich eine weitere Mittheilung an andere Theile desselben ausgeschlossen ist. Ein primär schwingender Körper also kann unter besonderen Umständen merklich nachklingen, braucht es aber nicht, ein secundär schwingender muss nachklingen, wenn seine Bewegungen nicht durch genügende Dämpfung unterdrückt werden.

Es dürfte also als sehr wahrscheinlich zu betrachten sein, dass in den musikalischen Instrumenten die Ursache des störenden Nachklanges bei tiefen Tönen liegt, und zwar in transversal schwingenden Theilen derselben. Ohne augenblicklich im Stande zu sein, meine Ansicht durch genaues Eingehen in die Sache näher zu begründen, glaube ich doch auch jetzt schon die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass namentlich bei der Physharmonika die schwingenden Metallzungen es sind, welche nach Aufhören des Luftstromes noch eine kurze Frist fortschwingen, und zwar um so länger, je tiefer ihr Ton ist. Ihre Schwingungen ohne gleichzeitige Einwirkung eines Luftstromes tönen allerdings nur schwach, können aber doch nicht unhörbar sein, da auch sie nothwendig durch ihre der Luft mitgetheilten Stösse in derselben Schallwellen erregen müssen,

welche durch den damit in Verbindung gesetzten Luftstrom verstärkt, aber nicht erzeugt werden. Eine genauere Untersuchung der Sache würde sehr wünschenswerth sein, ebenso wie eine Untersuchung des Nachklanges bei Saiteninstrumenten, welcher auch bei der vollkommensten Dämpfung nach Helmholtz niemals fehlen soll.

Ueber das Amylum und den Zucker der Leber.

Von

Dr. **F. Ritter** in Göttingen.

Unter den neueren Entdeckungen im Gebiete des Stoffwechsels im thierischen Organismus schien bis vor Kurzem kaum eine andere so sicher und fest zu stehen, als die, dass in der Leber eines jeden gesunden Thieres ein gährungsfähiger Zucker in bedeutender Menge gebildet werde. Die in allen Hauptzügen durch Cl. Bernard begründete Lehre von der Zuckerbildung in der normalen Leber ist, nachdem die bezüglichen Angaben so vielfache Bestätigung gefunden haben, und selbst die Widersprüche, welche sich anfangs von verschiedenen Seiten in Frankreich erhoben, nur bewirken konnten, dass die neue Lehre durch wiederholte Versuche immer mehr befestigt wurde, so allgemein bekannt, dass es überflüssig erscheint, dieselbe hier im Einzelnen zu entwickeln. Es mag genügen, an die im Folgenden in Betracht kommenden Hauptpunkte zu erinnern.

In der Leber eines jeden unmittelbar vor der Untersuchung getödteten gesunden Thieres, so wie auch in der Leber plötzlich, nicht an Krankheit verstorbener Menschen findet sich in ansehnlicher Menge ein gährungsfähiger, dem Traubenzucker sehr nahe stehender, vielleicht mit demselben identischer Zucker. Neben demselben enthält die Leber eine dem gewöhnlichen Amylum in allen wesentlichen Eigenschaften, besonders auch in der Elementarzusammensetzung gleichende Substanz, das sogenannte Glycogen, welches sowohl durch Behandlung mit verdünnten Mineralsäuren, als auch unter der Wirkung gewisser Fermente sich in denselben Zucker verwandelt, welcher in der Leber des eben getödteten Thieres angetroffen wird. Ganz

besonders leicht verwandelt sich diese glycogene Substanz der Leber in Zucker bei Digestion mit der übrigen Lebersubstanz selbst, und so kommt es, dass in einer normalen Leber, die entweder in der Leiche oder ausgeschnitten bei nicht zu niederer Temperatur unversehrt sich selbst überlassen ist, der Zuckergehalt zunimmt auf Kosten des Gehalts an Glycogen. Diese Wirkung der Lebersubstanz oder einer in der Leber enthaltenen, wie Speichel wirkenden Substanz wird dauernd aufgehoben durch Siedhitze, wie die Wirkung anderer (organischer) sogenannter Fermentkörper. Man hat auch aus der frischen Leber eine stickstoffhaltige Substanz isolirt, die man als besonderes Leberferment bezeichnete, welcher man die Leistung zuschrieb, das Glycogen der Leber in Zucker überzuführen. Denn darüber konnte kein Zweifel herrschen, dass jener Leberzucker zunächst aus dem Leberglycogen seinen Ursprung nehmen müsse.

Was den Ursprung des Glycogens der Leber betrifft, welche Frage übrigens dem Gegenstande der hier mitzutheilenden Untersuchungen ferner liegt, so scheint nach den bisherigen Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Nahrung das Glycogen nicht als solches oder in Form eines andern Kohlenhydrats aus dem Darm der Leber zugeführt zu werden (obwohl in neuester Zeit diese Ansicht ausgesprochen wurde), vielmehr scheint das Glycogen durch den complicirteren Vorgang einer vielleicht mit der Gallenbildung in Zusammenhang stehenden Spaltung einer Muttersubstanz seinen Ursprung zu nehmen, als welche letztere vorläufig eine eiweissartige Substanz mit der grösseren Wahrscheinlichkeit vermuthet werden kann.

Das Blut, welches in die Leber einströmt, führt entweder keinen Zucker oder nur sehr kleine Mengen, dagegen finden sich bedeutende Quantitäten Zucker in dem der untern Hohlvene resp. den Lebervenen möglichst rasch nach dem Tode des Thieres entnommenen Blute, welcher Zucker also aus der Leber stammen muss. Da in dem aus der Lunge abströmenden arteriellen Blute kein Zucker oder vielmehr ein im Vergleich zu dem Zuckergehalt des Blutes der untern Hohlvene ganz verschwindend kleiner Zuckergehalt gefunden wird, so musste geschlossen werden, dass der stets in ansehnlicher Menge aus der Leber im Lebervenenblut weggeführte Zucker auf dem Wege durch die Lunge zerstört, oxydirt oder in anderer Weise umgewandelt werde.

Es ist nicht unwichtig, auch die Hauptversuche kurz zu erwähnen, durch welche die eben zusammengestellten Thatsachen zu erweisen sind. Wird die Leber eines eben getödteten

gesunden Thieres zerschnitten in siedendes, mit Essigsäure angesäuertes Wasser eingetragen und nur kurze Zeit unter vollständiger Coagulation des Eiweisses extrahirt, so erhält man ein schwach gelb gefärbtes, stark opalisirendes Filtrat, in welchem mit jeder der bekannten Zuckerproben Zucker in erheblicher Menge nachweisbar ist, und welches seine Opalescenz der Gegenwart des im Wasser nicht eigentlich löslichen, aus der nicht zu verdünnten Lösung durch Alkohol und durch Eisessig fällbaren Glycogens verdankt. Tödtet man einen wohlgenährten, etwa in voller Verdauung befindlichen Fleischfresser, eine Katze oder einen Hund, möglichst rasch, und unterbindet man so schnell als ausführbar zuerst den Stamm der Pfortader, darauf die untere Hohlvene zwischen Nierenvenen und Leber und nahe oberhalb der Einmündung der Lebervenen, so ist alsdann kein oder nur sehr wenig Zucker nachweisbar in dem Blute der Pfortader unterhalb der Ligatur, dagegen ein dem der Lebersubstanz oft nahekommender, fast immer bedeutender Zuckergehalt in dem Blute der untern Hohlvene zwischen jenen beiden Ligaturen, so wie in dem des rechten Herzens; das Blut des linken Herzens oder irgend einer Arterie enthält stets nur kleine, oft schwer nachweisbare Spuren von Zucker. (Ueber die Ausführung dieses von Bernard empfohlenen Fundamentalversuchs vergl. Bernard, Leçons de physiologie expérimentale. I. 1855. pag. 70 u. f.; ferner Meissner's Jahresbericht für 1856. pag. 223 u. 224.)

Obwohl nun allerdings bei allen Resultaten von chemischen Untersuchungen thierischer Gewebe und Flüssigkeiten im Allgemeinen immer die Frage berücksichtigt werden muss, ob nicht etwa chemische Processe erst nach dem Tode, nach der Präparation des betreffenden Theiles oder während und etwa auch durch die chemische Behandlung selbst veranlasst das Resultat beeinflussen, es also im Allgemeinen immer Gegenstand der Ueberlegung sein muss, in wie weit aus solcher Untersuchung auf den Zustand und die Vorgänge während des Lebens geschlossen werden darf, — so konnte eine aus solcher Betrachtung erwachsende Besorgniss grade bei dem hier vorliegenden Gegenstande viel ferner liegend und unwahrscheinlicher erscheinen, als bei vielen anderen Fragen, weil ja in der That der Nachweis jener für Bernard's Lehre fundamentalen Thatsachen so ausserordentlich einfach, rasch und so unmittelbar zu führen ist; es vergehen ja nur wenige Minuten zwischen dem letzten Moment des gesunden, ungestörten Lebens eines Thieres und dem Augenblicke, da man einen reichlichen Zuckergehalt des Leberextracts, des Lebervenenblutes im Gegen-

satz zu anderen Geweben und Blutarten auf das Unzweideutigste bewiesen vor sich hat. Dennoch ist dieser Befund eine Leichenerscheinung, der Zucker in der Leber entsteht beim gesunden Thier in der That erst nach dem Tode resp. nach der Herausnahme der Leber, die Leber des lebenden gesunden Thieres enthält keine Spur von Zucker.

Diese merkwürdige Entdeckung machte W. Pavy und theilte dieselbe (oder vielmehr die Anfänge dazu) zuerst mit in Guy's hospital reports 1858. IV. p. 291; später erfolgte die ausführliche Publication dieser wichtigen Untersuchungen in einer besondern Schrift: Researches on the nature and treatment of diabetes. London 1862. (Vergl. Meissner's Jahresbericht 1858. pag. 267 und 1862. pag. 308.)

Pavy hat — und es ist besonders wichtig, dies ausdrücklich hervorzuheben — keine einzige der wesentlichen Angaben Bernard's über das Glycogen und den Zucker der Leber, wie sie auch so oft bestätigt gefunden wurden, bestritten, vielmehr gleichfalls sämmtlich bestätigt gefunden: aber Pavy bestreitet entschieden, dass aus den beigebrachten Versuchen ohne Weiteres ein Schluss auf den Zustand oder die Vorgänge im Leben gezogen werden dürfe. Die Beweise für diese Behauptung und für die, dass in der Leber des lebenden gesunden Thieres kein Zucker gebildet und aus derselben kein Zucker in's Blut gelange, sind in folgenden Hauptversuchen, wie sie Pavy angiebt, enthalten. Man soll von einer unmittelbar nach dem Tode ausgeschnittenen Leber ein Stück in einer Kältemischung gefrieren lassen, dasselbe darauf in kleinen Portionen in bereits siedendes Wasser eintragen und gleichzeitig ebenso mit dem nicht vorher gefrorenen übrigen Leberstück verfahren: das Extract des gefrornen Stückes enthalte keinen oder nur äusserst wenig Zucker, während das Extract des andern Stückes den bekannten hohen Zuckergehalt zeige; das zuerst gefrorene Leberstück wird zuckerhaltig, sobald es in mässiger Wärme gehalten wird. Man soll ferner ein nicht zu grosses, mehrfach eingeschnittenes, ganz frisches Leberstück sofort in bereits siedendes Wasser eintragen und in dem Extract dann gleichfalls den Zucker vermissen. Die normale Leber enthält nur die amylumartige Substanz, aber keinen Zucker. Um das aus der Leber wegströmende Blut im nicht veränderten Zustande zu erhalten, führte Pavy bei Hunden einen elastischen Katheter durch die rechte Jugularvene bis in's rechte Herz und fand in dem aus dem Katheter abfliessenden Blute nur solche Spuren von Zucker, wie sie auch im arteriellen Blute sich fanden, während in dem nach dem

Tode des Thieres aus dem rechten Ventrikel genommenen Blute ein ansehnlicher Zuckergehalt nachweisbar war. Sobald bei diesem Versuche grosse Unruhe des Thieres, Respirationsstörungen, Druck auf die Leber und dergl. zugegen waren, so erschien Zucker in dem Blute des rechten Herzens; dann aber trat auch Zuckergehalt des arteriellen Blutes auf, und Pavy sah auf solche Weise auch zuckerhaltigen Harn entstehen. Ganz besonders aber muss, wenn der Versuch gelingen soll, die Anwendung von Chloroform vermieden werden.

Diese so leicht zu controllirenden Angaben Pavy's, welche ja eine der anscheinend am besten begründeten physiologischen Lehren völlig umgestalten mussten, wenn sie sich bewährten, haben bis jetzt weniger Beachtung gefunden, als sie sowohl wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes, den sie betreffen, als auch wegen ihrer thatsächlichen Zuverlässigkeit verdienen. So viel mir bekannt ist, sind Pavy's Versuche nur von zwei Seiten näher beachtet, und in beiden Fällen auch bestätigt gefunden. Erstens nämlich hat Mc Donnel mehrfach bei mit Fleisch gefütterten Hunden das rechte Herz katheterisirt, die Abwesenheit von Zucker in diesem Blute constatirt und sich Pavy's Schlussfolgerungen angeschlossen. Zweitens hat Meissner sowohl diesen Versuch mit dem von Pavy angegebenen Erfolge, als auch den andern oben erwähnten Versuch zur Constatirung des Fehlens des Zuckers in der ganz frischen Leber gleichfalls mit dem angegebenen Erfolge wiederholt. (Vergl. Meissner's Jahresbericht 1862. pag. 310. 311. 312.) Wie mir Herr Professor Meissner mittheilte, waren seine eben erwähnten Versuche nur mehr beiläufig bei einigen Kaninchen und einem Hunde angestellt worden, und ich folgte daher gern der Aufforderung Desselben, die Angaben Pavy's einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Im Folgenden soll über die Ergebnisse der betreffenden, unter der Leitung des Herrn Professor Meissner im Göttinger physiologischen Institut angestellten Versuche berichtet werden.

Die Behauptung Pavy's als richtig zu constatiren, dass die Leber eines gesunden Thieres, wenn in einem dem lebenden möglichst nahen Zustande untersucht, keinen Zucker enthalte, gelingt am einfachsten und sichersten, wenn man folgendermassen verfährt. Mit einem grossen, scharfen Fleischmesser führt man bei einem Kaninchen, welches, erst unmittelbar vorher von einem Gehülfen ergriffen, an den Vorder- und Hinterbeinen passend gehalten wird, einen grossen Schnitt quer durch den obern Theil der Bauchwand, schneidet oder reisst sofort ein Leberstück ab und bringt dasselbe in

möglichst kleine Stücken zerschnitten möglichst rasch in nahe stehendes, fortwährend im Sieden erhaltenes Wasser. Da Alles darauf ankommt, dass die Lebersubstanz so schnell als möglich durchaus mit siedendem Wasser in Berührung kommt, so darf man sich nicht damit aufhalten, etwa die ganze Leber aus dem Thiere herausnehmen zu wollen, man wird ferner nicht etwa das zur Untersuchung bestimmte Stück zuerst zerschneiden und dann das Zerschnittene in das Wasser eintragen, sondern man lässt die über dem siedenden Wasser mit der Scheere abgeschnittenen kleinen Stücke sofort in dasselbe hineinfallen und zwar nicht mehr, als erforderlich ist, um ein nicht zu verdünntes, zu mehren Versuchen ausreichendes Quantum Extract zu gewinnen. Unter Zusatz einer passenden kleinen Menge Essigsäure gelingt es bei einiger Uebung leicht, das Extract sofort ganz frei von Eiweiss und Farbstoff zu erhalten, und filtrirt bildet dasselbe dann eine vermöge des Glycogens opalisirende, schwach weingelbe Flüssigkeit.

In allen Versuchen, in denen, wie angegeben, möglichst rasch verfahren wurde, enthielt dieses Leberextract keine Spur von Zucker. Die Probe wurde in der Weise angestellt, dass zu dem gewöhnlich noch heissen Extract zuerst eine kleine Menge schwefelsaure Kupferlösung, darauf Aetzkali gesetzt, und das Gemisch zum Sieden erhitzt wurde. Wenn keine Ausscheidung von Kupferoxydul erfolgte, und wenn ausserdem in der mit Salzsäure angesäuerten Flüssigkeit auf Zusatz einer frisch aus nicht verwittertem Krystall bereiteten Lösung von Ferridcyankalium ein rein gelber Niederschlag entstand, so war die Abwesenheit jeder das Kupferoxyd reducirenden Substanz, somit auch die des Zuckers bewiesen. Es ist bekannt, dass das Stattfinden einer Reduction des Kupferoxyds in alkalischer Lösung an und für sich nicht ohne Weiteres auf die Gegenwart von Zucker schliessen lässt, wenn es sich aber um den Beweis der Abwesenheit des Zuckers, auch der kleinsten Mengen, handelt, so ist das Nichtgelingen jener Reductionsprobe vollkommen beweisend, vorausgesetzt, dass man auch auf die Möglichkeit, dass Kupferoxydul in alkalischer Lösung gehalten werden kann, Rücksicht nimmt. Die Anstellung der Probe mit reiner Kupfervitriollösung und Kalilauge, nicht mit vorher unter Zusatz organischer Substanz bereiteter Probeflüssigkeit, sichert für alle Fälle vor anderweitiger Täuschung. Den Verdacht, es sei Etwas in dem Extract, was die Oxydation des Zuckers auf Kosten des Kupferoxyds verhindere, was also die Gegenwart des Zuckers verberge, kann man nicht zulassen, weil einerseits auch keine andere Probe Zucker in jenem Extract

nachweist, anderseits dasselbe nach Digestion mit Speichel oder Kochen mit verdünnter Schwefelsäure einen bedeutenden Zuckergehalt in gewöhnlicher Weise erkennen lässt, und weil endlich auch ein derartiges Extract, genau ebenso, wie jene zuckerfreien bereitet, aber mit Vernachlässigung obiger die Schnelligkeit der Ausführung betreffenden Regeln, sofort stark reducirend wirkt.

Es wurden nun jedes Mal bei Anstellung des Versuches mehre Schalen mit siedendem Wasser bereit gehalten, und nach Anfertigung des Extracts vom ersten Leberstück in gleicher Weise und unter Beobachtung von nahezu*) gleichem Mengenverhältniss ein zweites Stück derselben Leber extrahirt, welches also wenige Minuten nach dem Tode des Thieres da gelegen hatte; etwas später ein drittes Stück, und so konnte man noch fortfahren. Diese später bereiteten Leberextracte reducirten in jedem Falle ohne Ausnahme das Kupferoxyd und zwar um so stärker, je später nach dem Tode des Thieres sie bereitet waren; aber auch das unmittelbar nach jenem ersten, zuckerfreien bereitete zweite Extract war immer schon zuckerhaltig. Durch diese, wie gesagt, in keinem Falle unterlassenen Versuche, wurde bewiesen, dass das Fehlen des Zuckers in dem ersten Extract nicht etwa in einer besondern Beschaffenheit des betreffenden Thieres oder seiner Leber begründet war, sondern nur darin, dass man vor Herstellung des ersten Extracts der Leber nicht Zeit liess, postmortale Veränderungen zu erleiden. Es ist bekannt, dass schon Bernard beobachtete, wie der Zuckergehalt der Leber nach dem Tode zunimmt; Bernard aber meinte, und man hat es bisher allgemein angenommen, diese postmortale Zunahme erfolgte von einem gewissen, an sich schon bedeutenden Gehalte anfangend, während in der That diese postmortale Zunahme des Zuckergehalts der Leber von Null anfängt. Man weiss, dass diese postmortale Zuckerbildung in der Leber rascher bei höherer Temperatur erfolgt und durch sehr niedere Temperatur ganz verhindert werden kann; aber eine dem Siedepunkte des Wassers nahe Temperatur verhindert gleichfalls die postmortale Zuckerbildung. Letzteres beabsichtigt man zu benutzen, indem man die ganz frische Leber in siedendes Wasser einträgt, man kann dabei aber sehr leicht grade das Gegentheil, nämlich rasche Zuckerbildung veranlassen, wenn man die eine der oben genannten Regeln vernachlässigt: bringt man nämlich die Leber-

*) Das Abwiegen des ersten Leberstückes würde natürlich einen Zeitverlust mit sich bringen, der den Versuch ganz vereiteln müsste.

substanz in einigermassen grossen Stücken in das siedende Wasser, so erwärmen sich diese Stücke im Innern allmälig, und es verstreicht eine längere Zeit, bis im Innern die Temperatur nahe an 100° gekommen ist; es herrscht dann also im Innern solcher grösserer Stücke einige Zeit eine der Zuckerbildung sehr günstige Temperatur, und das Extract wird zuckerhaltig, besonders wenn man durch nachträgliches Zerschneiden der äusserlich coagulirten Stücke dem Wasser noch den Zutritt zu dem zuckerhaltig gewordenen Innern erleichtert. Die sich hieraus ergebende Regel, die Lebersubstanz sehr fein geschnitten in das siedende Wasser zu bringen, ist so wichtig, dass ich dieselbe nach meinen Erfahrungen vor allem Uebrigen betonen muss, und wenn man sonst rasch verfahren ist, so darf man viel eher einige Secunden mehr auf das feine Zerschneiden des Leberstückes verwenden, als dieses vernachlässigen.

Der vorstehend erörterte Versuch wurde bei einer grossen Anzahl Kaninchen angestellt; das Ergebniss war mit Ausnahme eines einzigen Falles, in welchem die zuletzt besprochene Regel vernachlässigt war: dass die an Glycogen reiche Leber des gesunden lebenden Kaninchens keine Spur von Zucker enthält, dass aber in derselben sofort nach dem Tode die Zuckerbildung beginnt.

Ausserdem haben wir den Versuch auch bei zwei Hunden, zwei Katzen und drei Tauben mit dem gleichen Ergebniss angestellt. — Bei Vögeln gelingt der Versuch wegen der Leichtigkeit der Manipulation ebenfalls leicht. Bei grösseren Thieren, Hunden und Katzen, können Schwierigkeiten erwachsen, weil diese Thiere Widerstand leisten, und man nicht leicht, ohne dass grosse Anstrengungen von Seiten der Thiere und gewaltsame Bändigung vorausgeht, zu der Leber gelangt; diese Umstände aber können zu Druck auf die Leber, zu Circulationsstörungen in der Leber führen, und diese können bedingen, dass noch vor dem Tode die Leber zuckerhaltig wird. Was die Katzen betrifft, so haben wir junge Thiere benutzt, deren man leichter Herr wird. Bei einem grossen Hunde verfuhren wir so, dass dem bis dahin ganz ungestörten Thiere ein kräftiger Schlag mit dem Beil auf den Kopf versetzt wurde, während in demselben Augenblicke der Bauch aufgeschlitzt wurde. Auch diese Thiere waren in voller Gesundheit und wohlgenährt; ihre Lebern enthielten keinen Zucker, aber reichlich Glycogen, und die Zuckerbildung trat sofort nach dem Tode in den zurückgelassenen Leberresten ein. Der Befund war somit ganz derselbe, wie bei den Kaninchen.

Was die Untersuchung des Lebervenenblutes betrifft, so liegt es nach den Ermittlungen Pavy's, so wie nach den hier mitgetheilten Thatsachen auf der Hand, dass der oben erwähnte Versuch Bernard's, wie er ihn zur Vergleichung der verschiedenen Blutarten als im unveränderten, dem Leben entsprechenden Zustande empfahl, durchaus nicht mit der Geschwindigkeit ausführbar ist, welche erforderlich ist, um die Leber noch zuckerfrei anzutreffen. Hat man alle jene Präparationen und Unterbindungen ausgeführt, so ist die Leber, wie genugsam bekannt, stets reich an Zucker, folglich bereits weit entfernt von ihrem ursprünglichen, dem Leben entsprechenden Zustande; dann aber darf auch die Beschaffenheit des mit der Leber in Verbindung stehenden, in ihr enthaltenen Blutes nicht als die ursprüngliche, normale angesehen werden. Nun ist grade das Lebervenenblut oder das des obern Theiles der untern Hohlvene am wenigsten zugänglich von allen Blutarten, und es dürfte somit kaum ein anderes Verfahren für den Versuch, um den es sich handelt, erfolgreich sein, als das von Pavy angewendete, nämlich den rechten Ventrikel zu katheterisiren, von dessen Inhalt das Lebervenenblut jedenfalls einen bedeutenden Theil ausmacht.

Der Versuch ist bei Hunden leicht ausführbar, indem man durch die rechte Jugularvene einen unten mit grosser doppelter Oeffnung versehenen elastischen Katheter so weit einführt, als es dem äusserlich vorher abgemessenen Abstande des Herzens von der Gefässöffnung entspricht; man fühlt dann alsbald den Widerstand der Herzwand, gelangt indess zuweilen auch bedeutend tiefer, als es jenem gemessenen Abstande entspricht, und ist dann wahrscheinlich in die untere Hohlvene selbst eingedrungen. Die nicht narkotisirten Thiere müssen ohne gewaltsame Bändigung möglichst ruhig auf dem Operationstische befestigt werden; das Freilegen der Vene und die Einführung des Katheters pflegt sie kaum zu afficiren. Wir liessen das Blut (nicht zu viel, um nicht grössere Circulationsstörungen einzuführen) sofort in siedendes Wasser laufen, ungefähr zu gleichen Theilen; unter passendem Essigsäurezusatz aufgekocht coagulirt sämmtliches Eiweiss, dem der Farbstoff vollständig anhaftet, und man erhält sofort ein rasch filtrirendes wasserklares, kaum gelblich gefärbtes Filtrat, welches eingedampft entweder selbst oder dessen alkoholisches Extract auf Zucker untersucht wurde. Gleich nach Gewinnung des Blutes des rechten Herzens wurde noch Blut aus einer Arterie oder Vene des Beins genommen und dies in gleicher Weise unter Berücksichtigung von möglichst gleicher Concentration

der Extracte behandelt. Das Ergebniss des mehre Male wiederholten Versuchs war: dass das Blut des rechten Herzens ebenso wie das arterielle Blut kleine Mengen Zucker enthält, wie überhaupt das Blut jedes gesunden Thieres, dass aber das Blut des rechten Herzens durchaus nicht durch einen grössern Zuckergehalt vor anderen Blutarten ausgezeichnet ist. Dass die in kleiner Menge vorhandene, Kupferoxyd reducirende Substanz wirklich Zucker war, wurde nach Extraction mit Alkohol mit Hülfe des sorgfältig angestellten Gährungsversuchs nachgewiesen. Es fand sich also auch hier Pavy's (schon durch Mc Donnell bestätigte) Angabe vollkommen bestätigt.

Sehr lehrreich ist das Ergebniss des folgenden, mir von Herrn Professor Meissner zur Mittheilung überlassenen Versuchs. Einem Hunde wurde in der angegebenen Weise das rechte Herz katheterisirt. Nach der Gewinnung einer Blutportion blieb der Katheter liegen, und man schritt zur Präparation eines Schenkelgefässes, um Blut zur Vergleichung zu gewinnen. Nachdem dies geschehen war, und mehre Minuten verstrichen waren, wurde unter Ansaugen aus dem Katheter noch eine zweite Portion Blut gezogen. Die Prüfung ergab nun, dass die erste aus dem rechten Herzen genommene Blutprobe nicht mehr als die gewöhnliche sehr kleine Menge Zucker enthielt; dagegen fand sich in dem einige Zeit darauf gewonnenen arteriellen Blute des Schenkels ein bedeutender Zuckergehalt, wie er sonst in normalem Blut nicht vorkommt; die zweite aus dem rechten Herzen genommene Blutprobe war nun aber ebenfalls reich an Zucker, sie verhielt sich in dieser Beziehung ähnlich dem bei jenem Bernard'schen Versuch im rechten Herzen anzutreffenden Blute. Hier war also das Blut im rechten Herzen während des Versuchs zuckerreich geworden, und man wird annehmen dürfen, dass dieser während des Versuchs daselbst erschienene Zucker aus der Leber stammte. Dies hatte nun aber offenbar auch zur Folge, dass ein grösserer, abnormer Zuckergehalt im arteriellen Blute auftrat, denn die Annahme, es habe jener Hund vor der Operation schon einen erhöheten Zuckergehalt im Arterienblute gehabt, zu einer Zeit, da noch das (erste) aus dem rechten Herzen genommene Blut nicht mehr Zucker als gewöhnlich führte, würde sich schwerlich stützen lassen. Wahrscheinlich hatte also die erste Blutentziehung aus dem rechten Herzen und dazu das Liegenbleiben des Katheters im Herzen plötzliche Circulationsstörungen in der Leber zur Folge, welche dort Zuckerbildung veranlassten.

Bernard stellte, wie bekannt, die Lehre auf, dass der aus der Leber abgeführte Zucker auf dem Wege durch die Lungen zerstört werde; so lange man den Befund bei jenem Bernard'schen Versuche für entsprechend dem lebenden Zustande halten konnte, war der Schluss vollkommen gerechtfertigt; denn man fand in dem abgebundenen Stück der untern Hohlvene in der Gegend der Einmündung der Lebervenen viel Zucker, man fand auch im rechten Herzen Zucker, aber keinen Zucker oder im Vergleich zu diesen Mengen verschwindend wenig im arteriellen Blute. Diese Vertheilung des Leberzuckers im Blute ist aber eine Leichenerscheinung; zuerst nach Eröffnung der Bauchhöhle unterband man die Pfortader; in diese konnte also schon deshalb und noch dazu auch wegen der Richtung der allmälig erlöschenden Blutströmung aus der Leber Nichts von dem daselbst nach dem Tode entstehenden Zucker gelangen. Während dieser Operation und während der darauf folgenden doppelten Unterbindung der untern Hohlvene entsteht Zucker in der Leber und gelangt von da in das Blut, so weit es noch mit den Lebercapillaren in Verbindung steht; unterbindet man nach Bernard's Regel zunächst unterhalb der Leber, so hat der Zucker vollauf Zeit bis in's rechte Herz zu gelangen; aber weiter, durch die Lungencapillaren in's arterielle Blut wird natürlich diese postmortale Zuckerverbreitung sich nicht erstrecken; denn mittlerweile hat die Blutströmung ganz aufgehört, und die Diffusion wird den Zucker nicht durch das System der Lungencapillaren transportiren. Es liegt nun gar kein Grund für die Annahme vor, dass dann, wenn während des Lebens, also unter abnormen Bedingungen, Zucker aus der Leber in's Blut gelangt, derselbe nicht auch wesentlich noch bis in's arterielle Blut gelangt; in obigem Versuche war dies offenbar der Fall, der Hund war in Folge des Katheterisirens des rechten Herzens diabetisch, wenigstens vorübergehend, geworden.

Man weiss schon lange nach Beobachtungen von Reynoso und von Bence Jones, dass unter dem Einfluss von Aether- oder Chloroforminhalation vorübergehend Diabetes eintritt, und Coze hat Aehnliches auch unter dem Einfluss von Morphium gesehen: diese merkwürdige und noch nicht aufgeklärte Wirkung der Narkose ist es, wegen welcher man bei dem Versuch, das rechte Herz zu katheterisiren, so wie bei allen das normale Verhalten der Leber und des Leberblutes betreffenden Versuchen auf die Hülfe der Narkose durchaus verzichten muss. Wir haben einem Hunde zuerst eine Morphium-Injection unter die Haut gemacht und nach einer Viertelstunde Blut aus dem

rechten Herzen, aus der Art. und Vena femoralis genommen: alle drei Blutarten waren reich an Zucker und zwar in nahezu gleichem Maasse; der Harn enthielt ebenfalls grössere Zuckermengen, und das Thier hatte also vorübergehend vollkommen die Symptome des Diabetes. Pavy, der, wie erwähnt, schon eindringlich vor dem Narkotisiren der Versuchsthiere warnte, hat 20 Fälle von Chloroformirung zusammengestellt, unter denen nur einer war, bei welchem ein vermehrter Zuckergehalt des Harns vermisst wurde (vergl. übrigens Meissner's Jahresbericht 1862. pag. 316).

Die Behauptung, dass der in verhältnissmässig so grosser Menge in der im gewöhnlichen und bisher gebräuchlichen Sinne des Wortes „frischen" Leber nachweisbare Zucker erst nach dem Tode oder nach der Herausnahme der Leber aus dem Körper entstanden ist, wird für Jeden, welcher nach den Angaben Bernard's darüber experimentirt hat, etwas Unwahrscheinliches und Unglaubliches haben, und grade dann, wenn man sich von der völligen Richtigkeit der Pavy'schen Angaben überzeugt hat, wenn man selbst es gesehen hat, welch' kurze Zeit hinreichend ist, um in der ganz zuckerfreien Lebersubstanz einen bedeutenden Zuckergehalt entstehen zu lassen, und mit welcher Geschwindigkeit und Vorsicht man arbeiten muss, um die wirklich „frische" Leber untersuchen zu können, — grade dann tritt das Auffallende und Wunderbare der Erscheinung entgegen. Doch es steht dieselbe nicht ganz allein da, es giebt in ähnlicher Weise rasch erfolgende chemische Veränderungen in thierischen Geweben, die eintreten, sobald diese aus dem lebenden Organismus genommen sind, und schon Pavy hat mit Recht an die Gerinnung des Blutes als in dieser Beziehung ähnlich der postmortalen Zuckerbildung in der Leber erinnert.

Es entsteht nun aber die Frage, welche Bedingungen es sind, die sich so rasch entwickeln, sobald die Leber aus ihren normalen Verhältnissen genommen wird, und den Uebergang der amyloiden Substanz in Zucker verursachen. Man kann die Frage in dieser Weise stellen, obwohl man vielleicht nach dem bisherigen Stande der Lehre von der Zuckerbildung in der Leber vielmehr geneigt sein möchte zu fragen, welche Bedingungen während des gesunden Lebens die Ueberführung des Amylums der Leber in Zucker verhindern.

Man hat, wie bekannt, aus zuckerhaltigen Lebern einen stickstoffhaltigen Stoff darstellen können, welcher, wieder in Wasser gelöst, Leberamylum in Zucker zu verwandeln vermag, diese Wirksamkeit aber durch Siedhitze einbüsst, wie andere

Fermente. Diesem Leberferment hat man die Bedeutung beigelegt, auch während des Lebens die bisher geglaubte Zuckerbildung aus dem Leberamylum zu bewerkstelligen. Man hat ferner beobachtet, dass auch in einer Mischung von Blut und Leberamylum Zuckerbildung stattfindet und deshalb ein dem Leberferment ähnliches oder mit demselben identisches Ferment auch im Blute angenommen. Pavy hält es bei der Erörterung obiger Frage gleichfalls für ausgemacht, dass sowohl in der Leber wie im Blute des lebenden Thieres ein das Leberamylum kräftig in Zucker verwandelndes Ferment existire, und auf die Frage, wie es nun komme, dass dennoch im Leben keine Zuckerbildung stattfindet, weiss er, wenigstens was das Leberferment betrifft, keine Antwort zu geben. Von der Wirkung des im kreisenden Blute angenommenen Fermentes auf Leberamylum will Pavy den kleinen Zuckergehalt des Blutes ableiten, welchen jedes gesunde Thier darbietet. Pavy meint nämlich, es gelange unter normalen Verhältnissen von dem in den Leberzellen enhaltenen Amylum wegen geringer Diffusibilität eine sehr kleine Menge in das vorüberströmende Blut; daselbst werde dies Wenige in Zucker verwandelt, und davon rühre der kleine Zuckergehalt des Blutes so wie auch der des Harns her. Was diese Vermuthung Pavy's betrifft, so dürfte dieselbe, ganz abgesehen von der Frage, ob ein in genannter Weise wirksames Ferment im circulirenden Blute existirt, unwahrscheinlich sein; denn das Leberamylum scheint im Innern der Leberzellen in einem Zustande enthalten zu sein, in welchem es wohl gar keine Diffusibilität besitzt, und zur Erklärung des sehr kleinen Zuckergehalts des normalen Blutes und Harns bedarf es der Leber nicht, da, wie bekannt, sämmtliche Muskeln das Körpers unter ihren Stoffwechselproducten einen gährungsfähigen Zucker liefern (der nicht erst nach dem Tode entsteht).

Für die Annahme eines auf das Amylum wirkenden Fermentes im kreisenden Blute hat Pavy Versuche beigebracht, welche dieselbe begründen könnten. Pavy injicirte nämlich Leberamylum in's Blut und giebt an, dass starker Zuckergehalt des Blutes und des Harns darauf eingetreten sei. Wir haben gleichfalls solche Versuche angestellt, aber Pavy's Angabe nicht bestätigt gefunden. Die Versuche wurden bei gesunden Kaninchen in der Weise ausgeführt, dass den Thieren in die Vena cruralis 15 bis 20 CC. einer warmen concentrirten, wie verdünnte Milch aussehenden Lösung von Leberamylum langsam injicirt wurde. Die Thiere zeigten keinerlei abnorme Erscheinungen in ihrem Verhalten. Vor der Operation war

ihnen die Blase entleert worden; der nächste Harn nach der Operation wurde in einem Falle vier Stunden nachher freiwillig entleert, in drei anderen Fällen wurden die Thiere einige Zeit nach der Injection getödtet, und der Harn aus der Blase genommen. Wir injicirten in dem ersten Falle eine Lösung von längere Zeit vorher chemisch rein dargestelltem Amylum der Schweinsleber; als der Harn darauf keinen vermehrten Zuckergehalt zeigte, injicirten wir in den anderen Fällen ein zuckerfreies, an Amylum sehr reiches frisches Extract der Kaninchenleber, weil das einmal einem chemischen Reinigungsprocess unterworfene und getrocknete Leberamylum sich nicht so leicht löst, wie im frischen Zustande, und man vermuthen könnte, dass dasselbe auch nicht so leicht in chemische Umwandlung hineingezogen werden möchte, wie die frische Substanz. Der Harn nach der Injection wurde mit dem vor derselben gewonnenen verglichen. Letzterer enthielt jedes Mal in geringer Menge eine das Kupferoxyd in alkalischer Lösung reducirende Substanz, welche auch in das alkoholische Extract des eingedampften Harns überging und also wahrscheinlich Zucker war. In keinem Falle haben wir eine irgend bemerkenswerthe Zunahme der Menge solcher reducirenden Substanz in dem Harn, der nach der Injection gewonnen wurde, gesehen. Ebensowenig fand sich im Blute der operirten Thiere mehr Zucker, als gewöhnlich. Nur in dem ersten unserer Versuche zeigte der Harn die Folge einer zu grossen plötzlichen Erhöhung des Blutdruckes, nämlich einen gewissen Eiweissgehalt; in den anderen Fällen war der Harn ganz normal. Was aus der dem Blute einverleibten amyloiden Substanz geworden war, wissen wir nicht zu sagen; in den Harn schien dieselbe als solche nicht übergegangen zu sein, Zeichen einer Verwandlung in Zucker fanden sich nicht: man könnte die Umwandlung in Milchsäure vermuthen.

Wenn im circulirenden Blute ein Stoff enthalten wäre, welcher in seiner Wirksamkeit auf das Leberamylum verglichen oder identificirt werden könnte mit derjenigen Ursache der Zuckerbildung, welche in der ausgeschnittenen oder unter gewisse abnorme Bedingungen gebrachten Leber so rapid und energisch wirksam wird, so müsste bei Injection von Leberamylum in das Blut auch sehr schnell und reichlich Zuckerbildung nachweisbar sein, und es müsste auch erwartet werden, dass bei Vermischung eines zuckerfreien Amylum-reichen Leberextracts mit frisch aus der Ader gelassenem Blute desselben Thieres fast augenblicklich Zucker in merklicher Menge nachweisbar sei. Von einer solchen energischen Zuckerbildung

wenigstens haben wir weder bei den Injectionsversuchen noch auch in Versuchen der zweiten eben genannten Art Etwas beobachtet. Es handelt sich hier nicht darum, ob überhaupt, ohne Rücksicht auf die Zeit, in einer Mischung von Leberamylum und Blut Zucker aus ersterem entstehen könne, sondern darum, ob in solcher Mischung so schnell ein bedeutender Zuckergehalt entsteht, dass man darnach auch etwa die energische Zuckerbildung in der ausgeschnittenen Leber, in welcher Amylum und Blut in Berührung kommen mögen, erklären könnte. Wir müssen dies nach Versuchen mit Leberextract und frischem Blut vom Kaninchen bestreiten. Es existirt in dem kreisenden Blute so wenig, wie in dem frisch aus der Ader gelassenen Blute des gesunden Thieres eine Substanz oder überhaupt eine Ursache, auf welche man jene merkwürdig rasch eintretende und reichliche Zuckerbildung in der Leber nach dem Tode oder unter gewissen abnormen Bedingungen zurückführen könnte.

Es bleibt nun das in der Leber vorhanden angenommene Ferment übrig.

Es ist klar, dass, wenn die Annahme, die normale Leber enthalte jenes Ferment, richtig ist, entweder das Leberamylum und das Leberferment räumlich getrennt in dem normalen Lebergewebe existiren müssen, oder ein ganz besonderes Hinderniss neben beiden vorhanden sein muss, welches die sonst durch die Temperatur so begünstigte Wirksamkeit jenes Ferments während des gesunden Lebens hemmt. Aber man kann eine andere Möglichkeit in Erwägung ziehen, nämlich die, dass jenes Leberferment in der gesunden Leber des lebenden Thieres noch gar nicht existirt, sondern sich erst nach dem Tode und unter gewissen sonstigen abnormen Verhältnissen bildet.

Wie bekannt, darf man ein Leberextract, aus welchem man eine als Ferment wirksame Substanz, eben jenes Leberferment darstellen will, nicht bis zum Sieden erhitzen; man kann das Leberferment nicht aus der unveränderten, wirklich frischen Lebersubstanz darstellen, sondern nur aus stark zuckerhaltigem Lebergewebe. Man muss, um das Ferment gewinnen zu können, eine Temperatur bei der Extraction einhalten, bei welcher die Zuckerbildung auf Kosten des Leberamylums sehr begünstigt ist, und muss auch die Extraction lange Zeit fortsetzen, so dass schon Bernard angab, man müsse auf die Gewinnung von Leberamylum fast verzichten, wenn man ein Leberferment gewinnen will. Man wird vielleicht aus einem nicht zuckerhaltig gewordenen, also unter sofortiger Anwendung von Siedhitze bereiteten Leberextract bei Anwendung

des sonst zur Darstellung des Ferments geeigneten Verfahrens stickstoffhaltige amorphe Substanz fällen können: ein wirksames Ferment ist darin nicht enthalten, und dies kann allerdings darin begründet sein, wie es der bisherigen Annahme entsprechen würde, dass das ursprünglich vorhandene Ferment durch Siedhitze coagulirt und für immer unwirksam gemacht wurde; es ist aber ebenso gut möglich, dass in solchem Falle jenes Ferment als solches noch gar nicht da war, und dass man an seiner Stelle vielleicht eine andere stickstoffhaltige, amorphe, eiweissartige Substanz fällen kann, denn eine solche würde sich von einem coagulirten Leberferment zur Zeit wenigstens nicht unterscheiden lassen. Beweisen können wir deshalb auch nicht, dass das, was in dem frisch zum Sieden erhitzten Leberextract als coagulirtes Ferment angesehen wird, vorher noch gar kein Ferment war, aber man kann ebenso wenig beweisen, dass in dem normalen zuckerfreien Lebergewebe schon ein Ferment existirt. Die Siedhitze kann ebensowohl die sonst zur Entwicklung eines Leberferments führenden Bedingungen zerstören, wie sie ein bereits vorhandenes Ferment durch Coagulation unwirksam machen, d. h. zerstören kann.

Ist unsere Annahme möglich, so fragt sich, ob sie nicht Angesichts der in diesem Aufsatz erörterten Thatsachen als wahrscheinlichere und befriedigendere den Vorrang verdient vor der Annahme eines sehr wirksamen Ferments in der Leber des gesunden lebenden Thieres, welches entweder wegen räumlicher Trennung oder wegen der Gegenwart eines mächtigern Hindernisses nie dazu gelangt, auf das Leberamylum zu wirken und daher auch gar nicht für die Einleitung einer Zuckerbildung bestimmt sein könnte. Nimmt man eine nach dem Tode und unter gewissen abnormen Bedingungen stattfindende sehr rasche Entwicklung jenes Fermentkörpers in der Lebersubstanz, den man später daraus gewinnen kann, an, so dass es also die rapide Entstehung dieses Ferments sein würde, welche man bei der Untersuchung zu vermeiden hat, wenn man die Leber und das Leberblut im normalen Zustande antreffen will, so ist die Auffassung der besprochenen Erscheinungen anderen Annahmen gegenüber, wie es scheint, erleichtert. Müssen wir doch auch annehmen, dass dasjenige chemische Moment, welches den Blutfaserstoff aus der alkalisch reagirenden Lösung in der Form eines zusammenhängenden Netzwerks ausfällt, sich sehr schnell in dem Blute entwickelt, sobald dasselbe unter gewisse abnorme Bedingungen gelangt; nicht nur im abgelassenen Blute und in der Leiche entwickelt sich diese noch unbekannte Ursache der Faserstoffgerinnung so rasch, sondern unter gewissen

Bedingungen auch im lebenden Organismus, in Aneurysmen und bei anderen Verletzungen der Blutgefässwand, worauf man ja bei der Unterbindung abgeschnittener Arterien rechnet.

Auf die schwierige und wichtige Frage, was aus dem Leberamylum im gesunden Zustande werde, da also dasselbe nicht dazu bestimmt ist, in Zucker verwandelt zu werden, hat man schon verschiedene Antworten zu geben versucht. Wenn man es für unwahrscheinlich halten darf, dass das Leberamylum etwa keinen wesentlichen Dienst dem Organismus mehr zu leisten hätte, und wenn man es ferner anderseits mit Rücksicht auf vorliegende Beobachtungen über innige und rasch sich geltend machende Abhängigkeit der Menge des Leberamylums von dem Ernährungszustande und allgemeinen Körperzuständen überhaupt für wahrscheinlich halten darf, dass das Leberamylum einem raschen und quantitativ bedeutenden Stoffwechselprocesse angehört, so liegt es wohl am nächsten, eine Beziehung des Leberamylums entweder zur Gallenbildung oder zur Fettbildung zu vermuthen. Eine derartige Vermuthung hat Pavy ausgesprochen und durch einige Beobachtungen zu stützen gesucht (vergl. Meissner's Jahresbericht 1862, pag. 315); Beweise sind aber bis jetzt nicht beigebracht worden. Bei der Beurtheilung von Pavy's Argumentation kommt übrigens in Betracht, dass Derselbe es nach seinen Versuchen über den Einfluss verschiedener Diät auf den Gehalt der Leber an Amylum für erwiesen ansieht, dass das Leberamylum aus in den Darm eingeführten Kohlenhydraten entstehe, Kohlenhydrate der Nahrung also, aus denen im Organismus Fett entstehen zu können scheint (Mästung), nach Pavy's Ansicht ein Stadium als Leberamylum durchlaufen sollen. Eine zweite Vermuthung wurde wesentlich auf Grund des allgemeinern Vorkommens thierischen Amylums in embryonalen Geweben von Mc Donnell geäussert (Meissner's Jahresbericht 1863, pag. 283), die nämlich, dass diese Substanz Stickstoff aufzunehmen und zu eiweissartigen Gewebsmaterien zu werden bestimmt sei: diese Vermuthung ist wohl bei weitem weniger wahrscheinlich, als jene erstere. Es ist somit noch eine völlig offene Frage, welche Bedeutung und Schicksale das Leberamylum im gesunden Zustande habe.

Ueber das Othämatom.

Von Dr. C. Hasse in Göttingen.

(Hierzu Taf. II. u. III.)

---

1. Historische Einleitung.

Auf die Ohrblutgeschwulst ist zuerst im Jahre 1833 von Bird*) aufmerksam gemacht worden. In der ältern Literatur kömmt diese eigenthümliche Affection des äussern Ohres nicht vor; später und besonders in den letzteren Jahren hat sie so allgemein die Aufmerksamkeit der Irrenärzte erregt, dass eine grosse Anzahl derselben sich bewogen gefunden haben, ihre verschiedenen mehr oder weniger auseinanderweichenden Ansichten darüber mitzutheilen. Ein wahrer Federkrieg ist über das Othämatom entstanden, der zum Theil mit grosser Erbitterung geführt worden, so dass schon jetzt eine fast unendliche Literatur darüber besteht, und wenn in der bisherigen fruchtlosen Weise die Discussion weiter geführt wird, man nicht ohne Grund befürchten kann, es werde sich die Literatur von der Entstehung an gerechnet den Quadraten der Entfernung proportional vermehren.

Die chronologische Ordnung der mir zugänglichen Schriften ist folgende:

1833.

Journal der Chirurgie und Augenheilkunde von *Graefe* und *Walther*. Berlin. Bd. XIX. Heft IV. S. 631—638.

1838.

Neumann, *Bird* und *Flemming* in *Jacobi* und *Nasse's* Zeitschrift. Heft 2. S. 404 u. flgd.

---

*) Journal für Chirurgie und Augenheilkunde von *Graefe* u. *Walther*.

1844.

Wallis, Otitis bei Geisteskranken. Berliner medicin. Zeitschrift Nr. 32. *Rupp*, Otitis bei Geisteskranken, ebendaselbst Nr. 45.

1846.

Leubuscher, Mittheilungen über das sogen. Erysipelas auriculae bei Irren. *Hubert-Valleroux*, Essai théor. et prat. sur les maladies de l'oreille. Paris 1846. 8.

1847.

Annales médico-psychologiques. Tom. IX. *Thore*, Etudes sur les maladies incidentes des aliénés S. 55, tumeurs des oreilles.

1848.

Fischer, Ohrblutgeschwulst der Seelengestörten etc. (Mit Abbild.) Zeitschrift für Psychiatrie. V. 1. S. 1—44. *Damerow*, Ueber die Genesung der von Ohrblutgeschw. Befallenen, daselbst S. 135. *Heyfelder*, *Rust's* Magazin Bd. 66. Heft 2. S. 297, Hämatom bei Nichtirren.

1849.

Alt (Ottokar), De haematomate auriculae. Hal. Sax. 1849. 42. pag. 8. *Verga*, Ueber die Blutgeschwulst der Ohren bei Geisteskranken (Gaz. di Milano Nr. 30. 1847. *Schmidt's* Jahrbücher 1849. Heft 9. S. 339.)

1850.

Gonflement de l'oreille (Annales médico-psychol. T. XII. S. 473). *Weymann*, Dissertatio de haematomate auriculae. Berol.

1851.

Speyer, F., Haematus externus, Zeitschrift für Psychiatrie VIII. Bd. S. 678.

1853.

Saxe (A. Fr. H.), Dissert. de othaematomate s. thrombo auriculari vesanorum. Diss. inaug. Lips.

1854.

Des tumeurs sanguines de l'oreille externe, Annales médico-psychol. T. XVI. S. 669.

1858.

Stiff (W. Phillim.), Ueber Ohrblutgeschwulst bei Irren. (Brit. Rew. Jan. pag. 222.)

1859.

F. K. Stahl, Einige Skizzen über Missstaltungen des äussern Ohrs (Zeitschrift für Psychiatrie Bd. XVI. S. 479). Ueber einfache Blutcysten des Ohrs bei Geisteskranken, von *Stift* (Brit. and Foreign medico-chirurg. Review). *A. Foville*, Recherches sur les tumeurs sanguines du pavillon de l'oreille chez les aliénés (Annales médico-psychol. Tom. V. S. 190 u. S. 620). *Marcé*, Double tumeur sanguine du pavillon etc. Daselbst S. 155.

1860.

Gudden, Ueber die Entstehung der Ohrblutgeschwulst (Zeitschrift für Psychiatr. Bd. XVII. S. 121). *Joire*, Ueber Ohrblutgeschw. des äussern Ohrs (Gaz. des Hôpit. 4). *Dumesnil*, Des tumeurs sanguines du pavillon de l'oreille chez les aliénés (Annales médico-psychol. Tom. VI. S. 216).

1861.

Griesinger, Path. u. Therap. der psychischen Krankheiten. 2. Aufl. S. 447. *Jung*, Ueber die Ohrverbildung bei Geisteskranken (Zeitschr. für Psychiatr. Bd. XVIII. S. 39). *Leubuscher*, Notiz über das Othämatom (ebendaselbst S. 278). Ohrblutgeschw. bei einem Idioten (Gaz. hebd. XIII. 5.).

1862.

Dr. *Franz*, Ueber Othämatome (Zeitschr. für Psychiatr. Bd. XIX. S. 126). *Gudden*, Ueber die Entstehung der Ohrblutgeschw. (Ebendas. S. 190), *A. Sander*, Zur Casuistik der Ohrblutgeschw. (ebendas. S. 533).

1863.

Gudden, Ueber Entstehung der Ohrblutgeschwulst (Zeitschr. für Psychiatr. Bd. XX. S. 423). Dr. *Wille*, Zur Casuistik der Ohrblutgeschwulst (ebendas. S. 430). *Schroeder v. d. Kolk*, Patholog. und Therapie des Irrseins, S. 159. *Rudolph Virchow*, Die krankhaften Geschwülste, S. 135 u. folgd.

1864.

Stromeyer, Chirurgie 2. Bd. 1. Heft S. 131.

Die Ohrblutgeschwulst (Othämatom, Haematoma auriculae), zuerst vom Director W e i s s in Colditz so genannt, sonst unter den verschiedensten Namen, Erysipelas auriculae, Otitis, einfache Blutcyste des Ohres, von den Engländern simple sanguineous cyst of the Ear, shrivelled ear, von den Franzosen tumeur de l'oreille, tumeur sanguine du pavillon de l'oreille etc. beschrieben, ist eine plötzlich auftretende fluctuirende Geschwulst des äussern Ohrs, die fast ausschliesslich bei Geisteskranken, in sehr seltenen Fällen bei Gesunden zur Beobachtung kommt. Die Affection zeigt alle Symptome der Entzündung; die Ohrmuschel schwillt an, ist roth, heiss, wahrscheinlich im Anfang immer schmerzhaft und kann ohne Zweifel, je nachdem die Geschwulst eine sehr beträchtliche oder nicht, eine grössere oder geringere Functionsstörung des Gehörorgans zur Begleiterin haben. Was den Verlauf und die Therapie des Leidens anbelangt, so glaube ich auf die Literatur verweisen zu dürfen. Den Stein des Anstosses der streitenden Parteien bildet die Aetiologie. Eine allgemeine Uebersicht über die verschiedenen Ansichten aufzustellen, möchte an der Zeit sein, nachdem vorher die Resultate der eigenen anatomischen Untersuchungen angeführt, da jedenfalls aus der Anatomie die wesentlichsten Anhaltspuncte zu entnehmen sein werden, um eine bestimmte Ansicht über die Entstehung des Othämatoms zu begründen.

Zur Untersuchung standen mir sechs Othämatome zu Gebote, die, theils aus der Irrenanstalt zu Hildesheim, theils aus der zu Illenau übersandt, als Präparate im pathologischen

Institute zu Göttingen aufbewahrt, mir durch die Güte des Herrn Professor Krause zu diesem Zwecke übergeben worden sind; ausserdem ein Othämatom vom Kaninchen. Von den menschlichen sind vier Othaematome linksseitige, die beiden andern von demselben Individuum, also eine doppelseitige Blutgeschwulst. Das Kaninchenohr ist ebenfalls ein linkes.

2. Anatomische und mikroskopische Untersuchung.

Nr. I. Linkes Ohr (Hildesheim). Das Ohr zeigt eine mässige Schwellung. Der durch die dünnwandigen oberflächlichen Bedeckungen leicht durchzufühlende Knorpel ist pathologisch verdickt und füllt die Furchen zum Theil aus, so dass diese verstrichen erscheinen. Die Lineae furcatae ragen nicht mehr hervor, sondern bilden mit der ursprünglich zwischen ihnen liegenden Fossa triquetra eine convexe Fläche; als solche erscheint auch die verstrichene Fossa scaphoidea und beide gehen gleichmässig in einander über. Der Antitragus hat durch die Zerrung seine hervorragende Spitze eingebüsst und erscheint nur als eine flache gebogene Linie. Die Spina helicis ist ebenfalls verstrichen. Der Lobulus auriculae hat seine Weichheit verloren, ist in die Breite gezerrt und wenig beweglich. Der Längsdurchmesser des Ohrs vom höchsten Punkte des Helix bis zum tiefsten des Lobulus beträgt 60 Mm.; die grösste Breite, die Entfernung von hinten nach vorn etwa in der Mitte des Ohrs beträgt 42 Mm.

Ein Längsschnitt durch die Dicke des Ohrs vom obern Rande des Helix bis zum untern des Lobulus zeigt den getrennten Knorpel und das Perichondrium im Allgemeinen verdickt, nur das oberste und das unterste Ende desselben erscheint normal. Nach der Mitte zu wird er erst dicker, theilt sich dann in verschiedene Schichten, zwei bis drei und mehr, die zum Theil als abgerissene, eingeschaltete, längliche, mit dem Längsdurchmesser des Knorpels parallel laufende Stückchen sich darstellen; sie schieben sich in der Mitte der Concha dachziegelförmig übereinander, jedes einzelne für sich von einer eigenen weisslichen Membran umgeben. Theils zwischen diesen Schichten, theils im Knorpel selbst sieht man kleine eingelagerte Höhlen, die auch hier von einer eigenen weissen Membran ausgekleidet werden. Diese kleinen Cysten, die wie schmale Spalten zwischen den dicht aneinanderliegenden Wandungen sich ausnehmen, sind die Ueberbleibsel der früher vor Ablauf des Entzündungsstadiums vorhandenen einzigen grössern Blutcyste. Zerrt man den Knorpel auseinander, so klaffen die Wandungen einer solchen Cyste zu einem länglichen spindelförmigen Spalt auseinander; wendet man etwas mehr Gewalt an, so kann man den Spalt zwischen zwei vorhin beschriebenen Knorpelplatten bis zu dem Spalt einer andern Cyste verlängern, wodurch man eine künstliche Trennung der alten Cystenwandungen macht, die sich nach Resorption ihres flüssigen Inhalts aneinander gelegt haben und theilweise mit einander verklebt, theilweise verwachsen sind. Die Resorption des Inhalts ist hier eine vollständige gewesen, in den Cysten ist durchaus keine Flüssigkeit mehr vorhanden. An einigen Stellen liess sich die künstliche Spaltung in der Längsrichtung der Knorpelplatten nicht hervorbringen, weil entweder die Verwachsung des zwischenliegenden Bindegewebes eine zu innige war, oder auch wohl zwei längslaufende Knorpelplatten durch eine quere Knorpelbrücke mit einander in Verbindung standen. Die innere Wand der Cysten

war an sehr sparsamen Stellen mit Pflasterepithel ausgekleidet, im Allgemeinen hatte sie gar kein Epithel.

In der Nähe des Antitragus war ein kugeliges, zwischen zwei vorhin beschriebenen Knorpelplatten liegendes Knochenstückchen eingelagert. Ein feines mit dem Rasiermesser nahe der Oberfläche abgetragenes Plättchen (siehe Taf. II. Fig. 1) zeigte im Centrum fertigen Knochen, der peripherisch von Bindegewebe umgeben wurde. Dem Präparate wurde etwas Essigsäure zugesetzt und es traten danach sehr schön die Havers'schen Kanälchen hervor, von denen mehrere durch das Messer im Querschnitt, eines im Längsschnitt getroffen waren. Das letztere biegt bogenförmig um und anastomosirt hier mit einem querdurchschnittenen Kanälchen. An einigen Stellen ist der Knochen mit Periost umgeben, das sich durch seinen sehr dunkeln Contour vom umgebenden Bindegewebe abgrenzt. An anderen Stellen fehlt das Periost und ist der Uebergang der fertigen Knochensubstanz in das umgebende Bindegewebe ein unmittelbarer; die Grenze des Knochens war hier nicht genau zu bestimmen, indem die Bindegewebskerne hier beim Uebergange sehr stark angehäuft und dicht aneinander geschoben, sich vereinzelt auch in die Knochensubstanz hineinschoben und hier sparsam unter den Knochenkörperchen zerstreut waren. Diese Stellen sind als junges osteogenes Gewebe zu betrachten. Der Knochen wird vollständig von straffaserigem, netzförmig angeordnetem Bindegewebe umgeben, zwischen dessen Bündeln sogenannte Bindegewebskörperchen (scheinbare sternförmige Zellen) eingelagert sind; dieses geht wiederum über in den das Ganze umschliessenden Knorpel, so dass also vom Centrum aus aufeinander folgen: Knochen, Periost, an einigen Stellen osteogenes Gewebe, Bindegewebe, Knorpel. Nach vorn von diesem oben beschriebenen Knochen, also zwischen Tragus und Antitragus, in der Concha, war ebenfalls eine bedeutende Härte durch die Haut durchzufühlen und ein an dieser Stelle gemachter Dickendurchschnitt mit der Säge von hinten nach vorn, zeigte zwei durch Bindegewebe von einander getrennte 2 Mm. dicke und 15 Mm. lange Knorpelstücke, die an drei verschiedenen Stellen ebenfalls im Centrum verknöchert waren; hier war der Knochen unmittelbar vom Knorpel umgeben, ohne dass zwischen beiden eine Bindegewebslage sich befand.

Nr. II. Linkes Ohr (Hildesheim). Kreuz- und querlaufende Furchen, ganz besonders der obern Hälfte der Ohrmuschel, zeigen, dass eine sehr bedeutende Schwellung und Spannung besonders dieser Stelle des Ohres stattgefunden hat, und nachdem die Geschwulst collabirt, eine Schrumpfung und eben diese ausserordentliche Furchung der Bedeckungen eingetreten ist. Am stärksten tritt diese Furchung hervor am Crus helicis, das ausserdem ziemlich stark aufgetrieben ist, wie sich überhaupt trotz der Schrumpfung noch immer eine mässige Geschwulst des ganzen Ohrs nicht verkennen lässt. Die über dem Crus liegende Ausbuchtung ist ebenfalls so mit diesen Furchen durchzogen, dass die Lineae furcatae anthelicis nicht mehr zu erkennen sind. Nach hinten und unten am Ursprunge des Crus nimmt die Schrumpfung allmälig ab und macht einer etwas stärkeren Schwellung Platz, die dann sich über den Tragus, Lobulus und Antitragus erstreckt, so dass der normal am weitesten vorspringende Höcker des letztern ganz verstrichen ist. Der Lobulus ist in die Breite gezerrt und hat keineswegs die Gestalt eines wohlabgerundeten Ohrläppchens. Das Ohr misst in seinem Längsdurchmesser 58 Mm., in seinem Breitendurchmesser 38 Mm.

Ein vertikaler Schnitt durch die Concha vom umgeschlagenen obern Rande des Helix bis zum Antitragus eröffnete die mit schmutzig blutigem Serum angefüllte Höhle eines noch frischen Othämatoms. Ein schief gegen den ersten im Verlauf der Spina helicis geführter Schnitt liess die ganze

Höhle übersehen, wenn man die Lappen auseinanderklappte; sie verbreitete sich über die ganze Concha. Die Höhle mass demnach etwa im grössten Querdurchmesser von vorn nach hinten 15 Mm., im grössten Breitendurchmesser 45 Mm. Ihre laterale Wand wurde gebildet durch die Haut und durch das Unterhautzellgewebe, sie war in dem ganzen angegebenen Umfange von der, die Höhle medianwärts begrenzenden Wand (dem Ohrknorpel) abgehoben, und sonach war ein Hohlraum zu Stande gekommen, der nach vorn zu, wo er am weitesten, ausser dem erwähnten blutigen Serum noch mit einer dicken Lage geronnenen Blutfaserstoffs angefüllt ist, die zum Theil durch strangartige Faserstoffgebilde die laterale und mediale Wand der Höhle verbindet. Die Seitenwände der Cyste gehen, sich nach der eigenthümlichen Gestaltung des Ohrknorpels richtend, nach hinten in einem sehr spitzen Winkel, nach vorn mehr bogenförmig ineinander über. An der Stelle, wo die Spina helicis sich befindet, ist in die laterale Wand der Cyste ein isolirtes, 7 Mm. langes, ovales Knorpelstück eingelagert, das sich über den hier bogenförmig umbiegenden Knorpel der medialen Wand herüberschiebt und von diesem durch eine schmale Bindegewebsschicht getrennt ist; es handelt sich also hier um eine Begrenzung der Cyste von beiden Seiten durch Knorpel und ist das isolirte Knorpelstück ein Theil des ursprünglichen Knorpels und von diesem abgehoben. Ein ebensolches vollständig isolirtes Knorpelstück ist etwa in der Mitte der Concha ebenfalls in die laterale Wand der Cyste eingelagert. Wird jetzt der Inhalt der Höhlung resorbirt, so werden sich die Wandungen der Höhle einander nähern; das neugebildete Bindegewebe, das der Knorpelwand anliegt, verklebt oder verwächst zum Theil, und es entstehen die kleinen Cysten, wie sie unter Nr. I. beschrieben worden sind; allmälig können auch die Wände dieser mit einander verkleben und verwachsen.

Der flüssige Inhalt der Cyste zeigte ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen des Blutes Cholestearinkrystalle in ziemlicher Menge, eine grosse Anzahl Körnchenzellen und ausserdem die seltsamen Formen des Myelin. In dem Blutgerinnsel waren mehr oder weniger kleine abgerissene Knorpelstückchen enthalten, von denen die meisten in fettiger Degeneration begriffen waren, andere noch ihre normale Structur zeigten, ferner freischwimmende Epithelienzellen von verschiedener Form. Der die Cyste ausfüllende Blutfaserstoff stand mit der medialen Cystenwand an einigen Stellen durch eine äusserst feine, spinnewebige Membran im Zusammenhange, welche sich an einigen Stellen eng an das Perichondrium anlagerte; sie erwies sich nach Zusatz von Essigsäure als Fibrin. Etwa 5 Mm. unterhalb des vorhin beschriebenen ovalen Knorpelstücks stiess man in der Cystenwand nach vorn zu auf eine Härte; hier hatte eine Verknöcherung im Bindegewebe stattgefunden, die aber erst sehr wenig vorgeschritten war. In das umgebende Bindegewebe war Hämatoidin eingelagert und zwar befand sich dies in grosser Menge in den das Bindegewebe durchziehenden Gefässen; ausserhalb derselben lag es in Zellen, die ziemlich zahlreich im Gewebe zerstreut waren, sie hatten ganz den Bau von jungen Knorpelzellen und das in ihnen liegende Hämatoidin erschien als ein unregelmässiger hellgelber Körper, der dem Kerne entsprach. Dem angrenzenden ältern Knorpel näher wurden die Zellen zahlreicher, die hellgelbe Färbung der in ihnen liegenden Kerne verschwand, wurde dunkler und die Form der letztern wurde die regelmässige runde, wie sie den Kernen der Knorpelzellen eigenthümlich ist. Eine neue Knorpelbildung fand hier statt. Ich glaube, dass der Kern der Knorpelzellen hier sich mit Hämatoidin infiltrirte, da es bekannt ist, dass die thierischen Zellen überhaupt viel Anziehungskraft auf gelöste Farbstoffe, z. B. Carmin, ausüben.

Nr. III. Linkes Ohr (Hildesheim). Das Ohr ist ganz ausserordentlich verdickt, so dass sein grösster transversaler Durchmesser 23 Mm. misst. Es stellt einen unförmlichen Klumpen dar, der mit seiner mässig concaven medialen Fläche dicht am Schädel angelegen haben muss; diese ist etwas geschrumpft und zeigt einige längs verlaufende Furchen. Der Missstaltung der medialen Fläche analog erscheint die laterale Fläche convex statt concav. Die zwischen den einzelnen Erhabenheiten liegenden Gruben sind zum Theil nur noch als sehr schmale Furchen zwischen dicken Wülsten hinziehend zu erkennen. Durch die erlittenen Zerrungen und Gestaltveränderungen ist der Breitendurchmesser in ein ziemliches Missverhältniss zum Längsdurchmesser getreten, so dass zwischen beiden nur ein wenig merklicher Unterschied stattfindet, ersterer beträgt 36 Mm., letzterer 51 Mm. Der obere Bogen des Helix ist mehr zugespitzt und der Lobulus auriculae stark in die Breite gezerrt, so dass ersterer dem letztern und letzterer dem erstern in der Norm gleicht; der äussere Umfang des Ohrs ähnelt daher einem rechten Ohre, welches an die linke Seite des Kopfes umgekehrt mit dem Lobulus nach oben angeheftet ist. Das Crus helicis, welches beim normalen Ohr vom Helix aus allmälig sich verfeinernd, in fast transversaler Richtung als eine schmale Firste durch die Concha zum Anthelix verläuft, ist als solche nicht mehr zu erkennen; statt dessen zieht parallel mit dem Helix schräg nach hinten und unten ein dicker Wulst, der sich mit seinem obern vordern Ende an den geschwollenen, im vertikalen Durchmesser ausgedehnten und mehr nach oben gerückten Tragus und an die ebenfalls verdickte Spina helicis anlegt. Fast die ganze Concha, mit Ausnahme ihres untern Theils, ist in die Geschwulst mit hineingezogen und zwischen dieser letztern und dem Helix, die an einer Stelle brückenförmig mit einander verbunden sind, zieht nur eine schmale Furche, das Ueberbleibsel der Fossa scaphoidea. Diese Geschwulst ist die bedeutendste und überragt das Niveau der übrigen geschwollenen Theile, sie biegt sich hinten und unten, da wo der Anthelix in den Antitragus übergeht, schleifenförmig um und verschmilzt mit dem letztern. Der Antitragus ist in die Quere ausgedehnt und geht mit dem ebenfalls in die Quere gezerrten Lobulus auriculae parallellaufend, in einer halbmondförmigen Krümmung in den Tragus über. Der Antitragus und Lobulus sind beide durch eine mässig vertiefte Furche getrennt. Der äussere Gehörgang ist nach alledem nur durch eine geringe Oeffnung zugängig, die nach vorn von dem Tragus, nach unten von dem Antitragus, nach hinten und oben durch den mit dem Helix parallellaufenden Wulst begrenzt wird; die Oeffnung misst von der Mitte der Incisura intertragica bis zu jenem Wulst nur 5 Mm.

Bei einem Querschnitte durch die grösste Dicke der Geschwulst zeigt die Schnittfläche ein polygonales, fast sternförmiges Gebilde des Knorpels, der hier den unregelmässigen Verkrümmungen der Haut überall folgt, und in sich ein weissliches Gewebe einschliesst. Die Fossa scaphoidea schneidet tief in die Geschwulst ein und lässt nur eine schmale Brücke zwischen Helix und Anthelix; hier treten die Knorpelplatten von beiden Seiten der Geschwulst eng zusammen, und weichen dann, indem sich die eine in den Helix, die andere in die Concha ausdehnt, plötzlich wieder auseinander; die Ränder des Knorpels biegen sich dann wieder um und laufen in unregelmässigen Linien wieder ineinander zusammen. Die eine Platte theilt sich ausserdem noch in einzelne Schichten, die durch zwischenliegendes Bindegewebe von einander getrennt werden. Die zwischen den weit auseinanderweichenden Knorpelplatten liegende Substanz ist homogenes Bindegewebe; es enthält viele Fettkörnchen und sehr zahlreiche Krystalle, die zum Theil dicht zusammenliegen und hier baumförmig angeordnet sind. Die freischwimmenden zeigen die rhombischen Platten der Cholestearinkrystalle, die dicht

zusammenliegenden balkenförmigen erweisen sich als auf der Kante stehende Cholestearinkrystalle. Hämatoidin ist in grosser Menge, an einzelnen Stellen zusammengehäuft, in unregelmässigen amorphen Stückchen frei in das Gewebe eingelagert und findet sich auch in den das Gewebe spärlich durchsetzenden Gefässen. Die von dem vorhin erwähnten Kreuzungspunkte in die Concha ziehenden Knorpelplatten haben eine kleine Cyste zwischen sich, ohne Inhalt und ohne Epithel. Medianwärts von diesen Knorpelplatten ist ein kugelförmiges kleines Knochenstückchen eingelagert, rings umgeben vom Bindegewebe. Eine grössere Höhle, 10 Mm. lang, befindet sich an der medialen Seite des vorhin erwähnten sternförmigen Gebildes, von dessen umgebender Knorpelwand ebenfalls durch Bindegewebe abgegrenzt. Hier hat offenbar die Resorption des Inhalts zuletzt stattgefunden, die Wand der Cyste ist fettig degenerirt und besitzt kein Epithel.

Nr. IV. Linkes Ohr (Hildesheim). Das Ohr fühlt sich sehr hart an, zeigt sich in seinem obern Theile stark geschwollen. Die Geschwulst füllt die ganze obere Hälfte der Concha aus, überragt das Niveau des Helix und aller übrigen vorspringenden Theile des Ohrs, sie misst in ihrem dicksten Durchmesser 16 Mm., die Furchen sind bis auf einige kleine zurückgebliebene Impressionen ausgeglichen, nach unten zu verliert sich die Geschwulst allmälig. Der Lobulus ist durch Zerrung in die Breite, der Tragus bedeutend in der Längsrichtung ausgedehnt und plattgedrückt. Das ganze Ohr ist plattgedrückt, die laterale wie die mediale Fläche erscheinen fast plan, auf letzterer zieht durch die Geschwulst eine tiefe Furche von vorn und oben nach hinten und unten. Der Längsdurchmesser des Ohrs beträgt 64 Mm., der Breitendurchmesser 42 Mm.

Durch die Geschwulst wurden zwei schräge, parallele Schnitte gemacht. Der verdickte, vielfach zerrissene Knorpel beschrieb auf der Schnittfläche Wellenlinien, die auseinander wichen und wieder ineinander verliefen. Mehrere Platten, vier an der Zahl, lagen schichtenweise übereinander, durch zwischenliegendes Bindegewebe von einander getrennt, welches eine theils weisse, theils eigenthümlich röthliche Färbung besass; letztere rührte her von Hämatoidin, welches massenweise im Bindegewebe eingelagert war, das angrenzende Perichondrium war jedoch nicht davon durchsetzt. Ausserdem befanden sich andere amorphe Körperchen, grösser, als die des Hämatoidin, im Gewebe. Diese wurden durch Zusatz von Essigsäure gelöst und waren nach ihrem sonstigen mikro-chemischen Verhalten als im Bindewebe abgelagerte Kalksalze anzusehen. Höhlungen waren in diesem offenbar sehr alten Othämatom nicht mehr zu entdecken; ebenso wurde aber auch hier keine Verknöcherung vorgefunden, die sonst fast allgemein stattzufinden scheint.

Nr. V. Rechtes und Nr. VI. linkes Ohr von einem Geisteskranken aus Illenau. Beide Ohren gehörten also demselben Individuum an. Sie zeichnen sich aus durch normale Grösse und geringe Verschiedenheit in der Form. Die Schwellung und Schrumpfung ist sonst nur eine mässige und eine sehr in die Augen springende Missstaltung ist nach dem abgelaufenen Prozess nicht gerade zurückgeblieben. Man fühlt aber leicht durch, dass der Knorpel verdickt ist. Der Tragus ist bei beiden Ohren ziemlich verstrichen, auch tritt der Antitragus nicht so deutlich hervor, als in der Norm. Die Fossa scaphoidea verstreicht bei dem rechten Ohre schon oberhalb des Antitragus, so dass dieser nicht mehr von dem Helix durch eine Furche getrennt wird, sondern ununterbrochen in letztern übergeht. Die Maasse der Durchmesser der Ohren sind folgende:

Rechtes im Längsdurchmesser 65, im Breitendurchmesser 40 Mm.
Linkes „ „ 69, „ „ 37 „

Ein durch die Concha des rechten Ohres gelegter schräger Schnitt zeigte den Knorpel nur wenig verdickt und mehrere kleine Cysten wie die schon früher beschriebenen. Zwischen Helix und Anthelix war eine Continuitätstrennung des Knorpels.

Durch die Concha des linken Ohres wurde ein Vertikalschnitt gemacht: Ebenfalls Verdickung des Knorpels und in demselben am untern Rande in der Höhe des Antitragus eine durch ihre Grösse auffallende, 5 Mm. lange Cyste, deren innere Wand vollständig mit Pflasterepithel ausgekleidet war; dieses war bei allen bis dahin untersuchten Cysten entweder gar nicht vorhanden, oder nur ausserordentlich spärlich, und es ist wohl wahrscheinlich, dass sich solches erst in sehr alten Cysten gebildet vorfindet. Die Substanz des umgebenden Bindegewebes ist homogen, bei Essigsäurezusatz verschwindet die Faserung. Die Bindegewebskerne nimmt man nur an dem innern freien Rande des Gewebes, wo letzteres zugleich lockerer erscheint, wahr, sie werden nach dem Knorpel zu spärlicher und verlieren sich schliesslich ganz.

Nr. VII. Linkes Ohr vom Kaninchen. Ueber das Kaninchen lag mir folgende Notiz vor: „Vollkommen gesund wurde es am 20. April 1861 in einen andern Stall transportirt. Am 23. April am linken Ohre ein Othämatom bemerkt. Weisse fluctuirende Geschwulst, bläulich durch die Haut durchschimmernd; die Temperatur der Ohrmuschel um 1—2° Cels. höher, als die der gesunden rechten. Die Geschwulst springt besonders an der innern Seite der Ohrmuschel vor und ragt halbkugelförmig in die Höhlung derselben hinein, sie erstreckt sich von dem Anfang des breiten Theils der Ohrmuschel nach oben bis nahe an die Spitze des Ohrs in einer Länge von etwa 1'' Par., sie hat 10''' Breite und 4—7''' Dicke, nach den Rändern nimmt sie allmälig ab und erreicht die seitlichen Ränder der Ohrmuschel ebensowenig als die Spitze derselben. Am 6. Juni 1861 Verschrumpfung ziemlich weit gediehen.“

Die Gestalt des Ohrs (nun als Präparat), die im normalen Zustande eine länglich lancettförmige ist, weicht hier derart ab, dass der die Ohrmuschel nach hinten zu begrenzende Rand durch eine an der obern Hälfte des Ohres am stärksten entwickelte Geschwulst zusammengezogen und geschrumpft ist, und dadurch einen Bogen beschreibt, dessen Concavität nach hinten gerichtet ist. Durch diese Ausbuchtung des hintern Randes ist eine Zerrung auf den vordern die Muschel umgebenden Rand entstanden, so dass also auch dieser einen dem erstern parallel laufenden Bogen mit der Convexität nach vorn beschreibt. Knorpel und Bedeckungen beim normalen Kaninchenohre sind so dünn, dass sie vollständig durchscheinend sind. Diese Durchsichtigkeit ist zum grossen Theil geschwunden durch eine bedeutende Verdickung des Ohres. Eine am obern Drittel gelegene, 28 Mm. lange, 10 Mm. breite Geschwulst zieht längs dem vordern Ohrrande bogenförmig hin; sie misst in ihrer Mitte 7 Mm. und ist ausgezeichnet durch ihre knochenähnliche Härte. Dieser Geschwulst gegenüber zieht eine zweite von oben und hinten nach vorn und unten, parallel der erstern, schräg durch die Ohrmuschel, sich nach dem vordern Rande zu allmälig verjüngend. Sie ist doppelt so breit, wie die erste, fühlt sich weniger hart an und hat eine Länge von 40 Mm., ihre grösste Dicke beträgt 12 Mm. Zwischen beiden durch zieht eine Grube, das Fragment der ursprünglichen Ohrmuschel, die sich nach dem obern Rande zu allmälig verbreitert; sie ist an dieser Stelle ganz durchscheinend, verliert ihre Durchsichtigkeit aber in der Mitte ihrer Länge, wo die beschriebenen Geschwülste brückenförmig mit einander verbunden sind. Die Ränder der Ohrmuschel klappen sich unten nach innen um, wodurch nur ein schmaler Zugang durch die Fossa inter-

tragica zum Meatus auditorius bleibt. Die Länge des Ohres beträgt von der Wurzel bis zur Spitze 79 Mm., seine grösste Breite 17 Mm. Die obere Geschwulst wurde durch einen Längsschnitt von oben nach unten mit dem Messer gespalten; dies liess sich schwer bewerkstelligen, weil diese Stelle in ihrer ganzen Dicke vollständig verknöchert war; die ganze Geschwulst war dem Anscheine nach Knochen und dieser schien eingekapselt oder nur umgeben zu sein von der äussern ausserordentlich zarten Haut. Ein an der Umgebung des Knochens gemachter feiner Abschnitt, so dass aber zugleich von dem Knochen noch etwas mit getroffen wurde, zeigte unter dem Mikroskop Folgendes: Der in der Mitte liegende Knochen wurde von einer ganz gleichmässig dicken Knorpelschicht umgeben; von den Knorpelzellen waren viele in der Theilung begriffen. Nach aussen zu war der Knorpel an einigen Stellen mit einer Lage Cutis bekleidet, während er an anderen Stellen blosslag, wo sich dann die einzelnen Zellen dicht aneinander gedrängt hatten. Die Schnittfläche war sehr charakteristisch in Bezug auf den stattgehabten Process des entstandenen Othämatoms. Der sehr harte Knorpel hatte sich durch die erlittene Gewaltthätigkeit in zwei Lamellen getheilt; in diese entstandene Höhlung hatte der Bluterguss stattgefunden, woraus nachher die Verknöcherung hervorgegangen; zugleich hatte dann auch die Knorpelneubildung stattgefunden, und der Knorpel war, obgleich noch immer sehr dünn, dennoch pathologisch verdickt. Die Verknöcherung, die dann aufgetreten, war an verschiedenen Stellen, wie einige Abschnitte aus der Mitte des Knochens zeigten, noch nicht vollendet; an solchen Stellen wurde der Knochen, unmittelbar von osteogenem Gewebe umgeben, von structurlosem Bindegewebe unregelmässig durchzogen, in dem vereinzelte Nester von Knorpelzellen sich vorfanden. Das Gewebe enthielt zum Theil zahlreiches Hämatoidin.

Ein Schnitt durch die untere, bedeutendere Geschwulst zeigte diese weniger verknöchert, als die obere; hier waren nur an verschiedenen Stellen kugelige Knochenstückchen eingelagert. Der Knorpel war auf dieselbe Weise gespalten, wie oben, und die Platten folgten, sich der äussern Haut anschliessend, dem medialen und lateralen Ueberzuge derselben, unterhalb der Geschwulst sich wieder mit einander vereinigend; der Knorpel war auch hier mehrfach zerrissen und in der Mitte der Schnittfläche umgaben ein paar isolirte Platten eine 10 Mm. lange Höhlung, die noch mit geronnenem Blutfaserstoff angefüllt war, der sich an den Wänden eng an das Perichondrium anschloss; es fanden sich darin Cholestearinkrystalle. Ein Pflasterepithel war an den Wänden wiederum nicht zu entdecken.

---

3. Zur Aetiologie.

Es giebt zwei Erklärungen für die Entstehung des Othämatoms, die in ihrem Wesen schroff einander gegenüberstehen; nämlich das Othämatom entsteht entweder durch

1) constitutionelle Veränderung, oder
2) traumatische Einwirkungen.

Zu der Annahme, dass das Othämatom durch constitutionelle Veränderung entstehe, hat wohl Veranlassung gegeben, dass die Affection besonders häufig bei solchen Geisteskranken vor-

kommt, die an Manie leiden, und zwar gerade am häufigsten in dem Stadium des Ueberganges in Blödsinn, aber auch bei andern Formen von Geisteskrankheiten, bei Melancholie (namentlich der aufgeregten), dann beim Wahnsinn im Uebergange zum Blödsinn; seltener und nicht besonders häufig bei Paralytischen. Leubuscher *), der die ersten ausführlichen Mittheilungen über das Othämatom macht und namentlich auch den Befund einiger mikroskopischen Untersuchungen beifügt, lässt eine mechanische Insultation in manchen Fällen als Gelegenheitsursache gelten, sagt aber, dass jedenfalls ein besonderer Zustand der Ohrmuschel, eine Disposition zu einem Austritt des Blutes als eigentliche Krankheitsursache schon vorhanden sein müsse. Als Grund führt er an, dass er einige Fälle gerade bei dyskrasischen Individuen beobachtet habe; ferner, dass die Affection nie bei Gesunden zur Beobachtung gekommen; es komme das Erysipel gerade in solchen Fällen vor, wo mit grosser Wahrscheinlichkeit zu vermuthen, dass die Geisteskrankheit schon bedingt sei durch eine wirklich organische Veränderung des Centralorgans. Fischer erklärt ebenfalls in einem sehr ausführlichen Aufsatze **), dass das Entstehen des Othämatoms ohne prädisponirendes Moment nicht gedacht werden könne, als solches müsse eine chronische Entzündung des Ohrknorpels und seines Ueberzuges angesehen werden; er habe mehrfach bei dyskrasischen Subjecten zwischen Ohrknorpel und Perichondrium kleine oder grössere Höhlungen beobachtet, die eine Disposition böten zu Zerreissung des Knorpels und nachfolgender Blutung in die Höhlen; bei dieser Krankheitsanlage bedürfe es nur der geringsten mechanischen Insultation des Ohres, um die Blutgeschwulst hervorzurufen. Diesen beiden Autoren, die man als die beiden Hauptvertreter der Entstehung des Othämatoms durch eine constitutionelle Veränderung hinstellen kann, trat nun besonders Gudden entgegen, nachdem schon früher Flemming***) (der mehrfach seine Meinung über die Ursache des Othämatoms geändert hat) zuletzt zu der Vermuthung geführt wurde, „dass diese Art von Entzündung der Ohrmuschel bei den Geisteskranken stets die Folge einer äussern Verletzung des Ohres sei, die aber meistentheils der Kranke selbst sich zufüge, indem er, veranlasst von den heftigen und schmerzhaften Empfindungen im Kopfe, diesen gegen einen harten Körper stosse.“

*) Zeitschrift für Psychiatrie Bd. III. S. 431 (1846).

**) Ebendaselbst Bd. V. 1. S. 1—44 (1848).

***) Jacobi und Nasse's Zeitschrift: Aphorismen zur Prognostik der Geistesverwirrung. 1838. 2. Heft. S. 404 u. flgd.

Wie Leubuscher und Fischer einerseits die Möglichkeit zugeben, dass bei einer vorhandenen Prädisposition durch eine geringe Laesion ein Othämatom entstehen könne, so verwarf Gudden*) eine derartige Prädisposition ganz und gar und schob die Ursache rein auf traumatische Einflüsse. Die sehr interessanten Belege dafür liefert er von vorn herein durch die verkrüppelten Ohren von jugendlich kräftigen Männern, wie er sie verschiedentlich in der Münchener Glyptothek im Apollosaal an den Büsten von Pankratiasten vorgefunden hat, alten Ringkämpfern der Römer, die sich die Fäuste mit ledernen Riemen umwickelten und damit auf einander losschlugen — dann führt Gudden seine Gründe für die rein traumatische Ursache weiter aus. Neuerdings erklärt nun Virchow**) sich ebenfalls, jedoch unter Reservationen, für die traumatische Entstehung des Othämatoms. Der Ausspruch Gudden's aber, dass alles, was man über Prädisposition gesagt habe, ein Irrthum sei, scheint Virchow etwas zu weit gegangen zu sein, er meint, dass dann die Verunstaltung häufiger gefunden werden müsste, ergänzt aber, dass so gewaltsame Einwirkungen, wie sie bei den alten Pankratiasten stattgefunden haben, gegenwärtig auf dem Continent nicht häufig vorkommen; höchstens in England könne man vielleicht Gelegenheit finden, diese Beobachtung bei Boxern zu ergänzen; nach der Angabe von Wilde soll dies jedoch auch nicht der Fall sein. Ich glaube wohl, dass eine derartige Beobachtung bei den englischen Boxerkämpfen sehr selten gemacht werden dürfte. Die Ringkämpfe der alten Pankratiasten sind jedenfalls ganz anderer Art gewesen, als die Boxfechtereien der Engländer; jene müssen, nach dem häufigen Vorkommen von solchen Ohrblutgeschwülsten bei ihnen zu schliessen, mit einer ganz besonderen Raffinerie es darauf abgesehen haben, die Ohren des Gegners zu packen und diese zu bearbeiten; ein geübter englischer Boxfechter wird sich wohl hüten, sein Ohr dem Faustschlage des Gegners zu exponiren, eher jeden andern Theil des Körpers oder des Gesichts, da ein wohlversetzter Faustschlag auf's Ohr einen ganz enormen dumpfen, fast betäubenden Schmerz erzeugt, der zu fernerem Agiren fast unfähig macht; ausserdem ist es sehr schwer, einem geübten Boxer einen derartigen Schlag auf's Ohr beizubringen. Aber auch zugegeben, dass solche gewaltige Hiebe auf's Ohr vereinzelt vorkommen, so glaube ich dennoch, dass durch einen einzigen

*) Zeitschrift für Psychiatrie 1860. Bd. XVIII. 2. S. 121.

**) Die krankhaften Geschwülste, 1. Bd. S. 38. Berl. 1863.

solchen Hieb ein Othämatom nicht oder nur in höchst seltenen Fällen entstehen kann, da vielleicht, wo er sehr schräg fällt und so gleichsam mehr wie eine quetschende Gewalt einwirkt, wobei dann wohl ganz plötzlich eine Trennung des Perichondriums vom Knorpel vorkommen könnte; vielmehr glaube ich, dass durch öfter wiederholte, wenn auch nur leichte Schläge oder häufiges Reissen und Zerren am Ohr, wie das ja von einem inhumanen Wärterpersonal in Irrenanstalten den Kranken gegenüber nicht ausbleibt, plötzlich eine Trennung des Perichondriums vom Knorpel oder eine Zerreissung des letztern entstehen kann. In den entstandenen Spalt ergiesst sich dann das Blut der mitzerrissenen Gefässes oder der zerrissenen Capillaren. Die entstehende Cyste vergrössert sich dadurch, dass das nachfliessende Blut das durch die ewige Reizung nur noch lax am Knorpel anhaftende Perichondrium noch weiter abtrennt bis zu der gesunden Umgebung. Allein es möchte das Wartepersonal nicht ausschliesslich wegen der entstandenen Othämatome zu beschuldigen sein, gewiss können auch die Kranken sich selbst die Geschwulst erzeugen, indem sie mit dem Kopf anstossen, oder ihre Ohren an irgend welchen Gegenständen reiben; denn die Kranken schlagen und reiben den Kopf oft wiederholt an der Wand oder zum Beispiel an den Seitenbacken eines Zwangsstuhls alter englischer Art. Dass Kranke ihren Mitkranken durch ausnahmsweises Schlagen an die Ohren oder Reissen an denselben Othämatome beibringen, glaube ich nur in dem Falle, wo diese schon durch vorangegangene häufigere Misshandlungen der Wärter aller Disciplin entwöhnt worden sind, annehmen zu dürfen.

Gegen die Entstehung des Othämatoms aus einer vorhandenen Dyskrasie spricht besonders, dass die Erscheinung meistens bei maniakischen Kranken vorkommt, die im Uebergange zum Blödsinn sich befinden, dass die Ernährung bei solchen Kranken oft sehr gut ist und dass dieselbe sich gerade beim Uebergange in Blödsinn bessert; dabei ist dann wesentlich, dass gerade halbblödsinnige, aber lästige und unruhige Kranke von ihren Wärtern geohrfeigt werden, weil von dieser Art Kranken keine Klagen über Insulte bei den Aerzten mehr zu erwarten sind.

Ferner kommt das Othaematom nicht zu selten bei ganz gesunden Personen vor, und hier scheint mir, dass die Ursache bei ihnen lediglich eine schlechte Gewohnheit ist, sich die Ohren häufig zu zupfen, zu reissen oder zu reiben, wie solche Fälle schon beschrieben worden sind. Andere Fälle kommen vor, wo sich sonst gesunde Personen mit einem Othämatom

präsentirt haben *), ohne dass sie irgend eine Ursache dafür haben angeben können; sollten solche Personen nicht vielleicht einer alten eingebürgerten Gewohnheit, sich die Ohren zu zerren, gefröhnt haben, ohne dass sie es selbst wussten? Das wäre doch möglich, und die Fälle, wo die Ursache eines Othämatoms bei Gesunden unerklärt blieb, sind selten. In denjenigen Fällen bei Gesunden hingegen, deren Ursache bis dahin bekannt geworden ist, war diese eine traumatische. Wesentlich spricht ferner noch für die traumatische Entstehung, dass fast ausschliesslich männliche Personen und in den bei weitem meisten Fällen das linke Ohr afficirt ist, weil dies der rechten Hand der Wärter leicht zugänglich und demnach der Ohrfeigenseite entspricht.

Endlich ist noch besonderes Gewicht zu legen auf die anatomischen Ergebnisse; es findet immer eine Neubildung statt von Bindegewebe, von Knorpel, wie auch von Knochen. Die Neubildung der beiden letzten kann aber unter den vorliegenden speciellen Umständen nur ausgehen entweder vom Knorpel oder vom Perichondrium. Denn die einzelnen Verknöcherungen, welche vorkommen, bilden unregelmässige Figuren, die, wie vorhin beschrieben wurde, zwischen Perichondrium und Knorpel, und zwar an solchen Stellen im Ohr eingelagert sind, wo bei einem normalen Ohre gar kein Knorpel vorhanden ist; es sind dies von dem ursprünglichen Knorpel abgerissene getrennte Stücke, die in ziemlich bedeutender Distanz von jenem liegen. Eine solche bedeutende Verrückung von mehr oder weniger kleinen Stücken von der ursprünglichen Stelle, wie ich sie bei allen untersuchten Präparaten vorgefunden habe, kann ohne Zweifel nur durch eine äussere Gewaltthätigkeit bewerkstelligt werden.

Zum Schluss möchte ich noch des Othämatoms vom Kaninchen **) Erwähnung thun; letzteres war ein ausgelassenes, wildes Thier, das sich gewiss häufig die Ohren gekratzt, wegen seiner Wildheit aber auch häufig angestossen haben mag. Bei dem Transport nun in einen andern Stall hat es sich schwer greifen lassen und nachher noch immer wieder den Versuch gemacht, der Hand des Wärters zu entwischen; dabei hat dann der sonst gutmüthige Wärter das Thier stark an den Ohren gezaust und drei Tage darauf wurde am linken Ohr ein Othämatom bemerkt.

---

*) A. Sander, Zeitschrift für Psychiatrie. XIX. Bd. S. 533.

**) W. Krause, Göttinger gel. Anzeigen. 1861. S. 1466.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. Altes linksseitiges Othämatom eines Geisteskranken aus der Irrenanstalt zu Hildesheim (gehört zu Nr. III. des Textes).

Fig. 2. Frisches linksseitiges Othämatom eines Geisteskranken aus der Irrenanstalt zu Hildesheim (gehört zu Nr. II. des Textes).

Fig. 3. Altes linksseitiges Othämatom eines Geisteskranken aus der Irrenanstalt zu Hildesheim (gehört zu Nr. IV. des Textes).

Fig. 4. Altes Othämatom eines gesunden Kaninchens aus dem pathologischen Institute zu Göttingen (gehört zu Nr. VII. des Textes).

Fig. 5. Querschnitt durch den obern Theil des verdickten Knorpels eines Othämatoms der rechten Seite von einem mit doppelseitiger Blutgeschwulst behafteten Geisteskranken aus Illenau, in der Mitte zwei kleine, durch Knorpel und Bindegewebe getrennte Cysten zeigend, die Reste der ursprünglichen grössern Höhle (Nr. V. des Textes).

Taf. II.

Die Vergrösserung aller Figuren beträgt 200 eines Schiek'schen Mikroskops.

Fig. 1. Getreues Bild einer stattgehabten Verknöcherung des Knorpels und Perichondrium in einem alten linksseitigen Othämatom eines Geisteskranken aus Hildesheim; das ganze Bild wird in der Weise, wie es rechts angedeutet, vom Knorpel umgeben (gehört zu Nr. I. des Textes).

aa Havers'sche Kanälchen im Querschnitt.

b Ein Havers'sches Kanälchen im Längsschnitt.

cc Periost.

dd Junges osteogenes Gewebe.

ee Umgebendes Bindegewebe, welches dann wieder rings vom Knorpel eingeschlossen wird.

Fig. 2. Querschnitt durch die Wand einer der beiden in Fig. 5. Taf. I. (siehe diese) dargestellten kleinen Cysten, deren flüssiger Inhalt bereits resorbirt. (Der Schnitt ist in etwas schräger Richtung gefallen.)

a Innere Cystenwand mit sehr schwacher Epithelialschicht.

b Bindegewebe.

c Knorpel.

Fig. 3. Durchschnitt durch das alte Othämatom eines gesunden Kaninchens, wo bis auf die Umgebung die ganze übrige Substanz verknöchert war. Von aussen nach innen folgt:

aa Cutis (nur zum Theil in dem Schnitt erhalten).

bb Dünne Schicht schmaler Knorpelzellen (wie in Gelenkknorpeln).

c Knorpel.

d Knochen.

Ueber das Entstehen der Bernsteinsäure im thierischen Stoffwechsel *).

Nach Versuchen von G. Meissner und F. Jolly aus München.

Von

G. Meissner.

Dass im thierischen Stoffwechsel Bernsteinsäure auftreten kann, ist durch mehre Beobachtungen bereits bekannt. Nachdem zuerst Heintz **) diese Säure beim Menschen in dem Inhalt von Echinococcenbälgen nachgewiesen, Bödeker***) das Vorkommen in solcher Flüssigkeit bestätigt gefunden hatte, erkannte v. Gorup-Besanez †) Bernsteinsäure in der Thymus des Kalbes, in der Thyreoidea und in der Milz des Rindes, und W. Müller ††) in einer Hydroceleflüssigkeit. —

Unsere Untersuchung betrifft zunächst die Bildung der Bernsteinsäure aus Fett im Organismus eines Fleischfressers.

Füttert man einen Hund mit Fleisch und Fett, so scheidet derselbe constant nicht unbeträchtliche Mengen von Bernsteinsäure an Natron gebunden im Harn aus.

Der Harn wurde mit Barytwasser ausgefällt, nach Entfernung des dabei in Lösung gehenden Baryts mit Schwefelsäure (unter Vermeidung jedes Ueberschusses) wurde die dann noch stark alkalische Flüssigkeit mit Salzsäure neutralisirt und so weit etwa eingedampft, bis beim Erkalten die Krystallisation

---

*) Aus den Nachrichten v. d. k. Gesellsch. d. W. zu Göttingen 1865. pag. 41. mit einem Zusatz des Verfs.

**) Poggendorff's Annalen XX. 1850. pag. 114.

***) Zeitschrift für rationelle Medicin VII. 1855. pag. 137.

†) Annalen der Chemie und Pharmacie XCVIII. 1856. pag. 28.

††) Zeitschrift für rationelle Medicin VIII. 1858. pag. 130.

des Harnstoffs begann; wenn sich vorher bei noch nicht zu dickflüssiger Beschaffenheit des Harns harnsaures Salz ausschied, was sehr oft der Fall war, so wurde dasselbe durch Filtriren entfernt, doch bringt es keinen Nachtheil, wenn man auch vorläufig keine Rücksicht darauf nimmt. Nach dem Eindampfen wird so viel absoluter Alkohol zugesetzt, dass etwa das ursprüngliche Harnvolumen erreicht wird; hatten schon Krystallisationen angefangen, so ist es gut, die Extraction mit Alkohol in der Wärme vorzunehmen und nach dem Abkühlen zu filtriren. Das bernsteinsaure Natron ist, wie auch Heintz hervorhob, unlöslich in starkem Alkohol und wird gefällt. Man erhält einen meistens klebrigen bräunlich gefärbten Niederschlag, der sich gut absetzt und im Wesentlichen besteht aus bernsteinsaurem Natron, Chloralkalien, harnsaurem Alkali, einem grossen Theil des Harnfarbstoffs und, wenn der Harn einigermassen reich an Kreatin ist, auch aus Kreatin. Wurde der Harn nicht zuerst mit Baryt ausgefällt, so enthält der Niederschlag durch Alkohol viel mehr unorganische Bestandtheile, die lästig sind; doch ist das bernsteinsaure Natron dann gleichfalls leicht nachzuweisen und zu gewinnen. Indem wir uns einige Bemerkungen über die anderen eben genannten organischen Bestandtheile jenes Niederschlages vorbehalten, soll hier zunächst nur von dem bernsteinsauren Salz die Rede sein.

Löst man den gut abgepressten Niederschlag in Wasser, so erhält man eine stets braun gefärbte neutrale Lösung, indem, wie gesagt, immer Farbstoff mit gefällt wird. Nach Concentrirung der Lösung auf dem Wasserbade pflegt beim Erkalten noch harnsaures Alkali auszufallen, welches man durch Filtration entfernt. Lässt man einen Tropfen dieser Lösung auf dem Objectträger rasch krystallisiren, so scheidet sich das bernsteinsaure Natron in zwar meist sehr unvollkommenen aber charakteristischen Formen aus: es sind lancett- oder weidenblattförmige Blättchen oder Nadeln, zuweilen in der Mitte verdickt, meist sehr langgestreckt, mit kleineren Nadeln und Nadelbüscheln besonders an den Enden besetzt, zuweilen zu Büscheln oder zu strahligen kugligen Massen vereinigt; die Nadeln erscheinen sehr oft wie der Länge nach unregelmässig gefurcht oder gespalten. Hat man diese eigenthümlichen Krystallisationen einige Male gesehen, so erkennt man sie sehr leicht wieder, und sie sind nützlich zur vorläufigen Orientirung. Ueberlässt man die concentrirte Lösung bei niederer Temperatur sich selbst, so krystallisirt das bernsteinsaure Natron heraus, gewöhnlich vor den Chloralkalien, wenn diese nicht

in sehr bedeutender Menge im Harn enthalten waren. Bei grösserm Gehalt des Extracts an bernsteinsaurem Natron thut man am besten, auf diese Krystallisation zu warten, um das Salz zu isoliren. Mehre Male haben wir dasselbe sofort in grossen schönen Krystallen von der Länge eines und mehrer Centimeter erhalten, die schon nach einmaligem Umkrystallisiren fast reine farblose Krystalle lieferten. Es ist das neutrale in rhombischen Säulen krystallisirende Salz, welche namentlich bei grösseren Krystallen oft in der Richtung der Seitenaxen zu Tafelform verkürzt sind und allmälig an der Luft verwittern. Bei Gegenwart geringerer Mengen des bernsteinsauren Salzes oder bei Verunreinigung der Krystallisation durch Chloralkalien oder harnsaures Alkali haben wir die Bernsteinsäure mit neutraler Eisenchloridlösung in Form des charakteristisch gefärbten Niederschlages des bernsteinsauren Eisenoxyds gefällt, dieses mit Ammoniak unter Erwärmen zersetzt und das bernsteinsaure Ammoniak, dessen Krystallisation geprüft wurde, zu weiteren Untersuchungen benutzt oder dasselbe mit salpetersaurem Silberoxyd zersetzt und aus dem weissen, in Wasser nicht ganz unlöslichen, pulverförmigen Silbersalz mittelst Schwefelwasserstoff die Säure abgeschieden. Aus dem Natronsalz kann man die Säure durch Zersetzen mit Schwefelsäure und Extraction mit absolutem Alkohol in der Wärme und Umkrystallisiren aus Wasser erhalten. Beim Erhitzen des Natronsalzes mit saurem schwefelsauren Kali im Röhrchen sublimirt die Säure. Bei Zusatz einer Mischung von Chlorbarium, Ammoniak und Weingeist zu der Lösung des Natronsalzes schied sich sofort der weisse Niederschlag von bernsteinsaurem Baryt aus. Aus der concentrirten wässrigen siedendheissen Lösung des Natronsalzes fällte siedende Chlorcalciumlösung sofort weissen bernsteinsauren Kalk in kurzen nadelförmigen Krystallen aus, das mehr Wasser enthaltende Kalksalz schied sich allmälig aus der Mischung der beiden Lösungen bei niederer Temperatur aus. Beim Zersetzen des Natronsalzes mit Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure auf dem Objectträger schied sich, wenn nicht zu viel Wasser zugegen, die Bernsteinsäure zunächst rasch in unregelmässig sechsseitigen oder rhombischen, meist dünnen dachziegelförmig über einander geschichteten Tafeln aus, bei langsamerer Krystallisation der auf diese oder jene Weise abgeschiedenen Säure aus wässriger Lösung trat sie in den ausgebildeten bekannten Formen des rhombischen Prisma's oder dickerer rhomboedrischer Tafeln auf, von denen Lehmann in dem Handbuche der physiologischen Chemie pag. 50 eine sehr gute Abbildung gegeben hat. Die Sublimation begann

bei 140° C., das Schmelzen erfolgte bei 180° C.; die weissen Dämpfe hatten, eingeathmet, die bekannte, stark zum Husten reizende Wirkung. Fügen wir nun noch hinzu, dass die Löslichkeitsverhältnisse unserer Säure die der Bernsteinsäure sind, und dass wir dieselbe in allen genannten Beziehungen, namentlich auch bezüglich ihrer Krystallisation und derjenigen ihrer Salze mit reiner Bernsteinsäure aus Bernstein verglichen haben, so sind in dem Vorstehenden alle charakteristischen Eigenschaften der Bernsteinsäure enthalten, so dass es der Elementaranalyse nicht bedarf, um diese Säure mit völliger Sicherheit in dem Hundeharn zu erkennen. Ueber den Nachweis, dass sie an Natron gebunden daselbst erscheint, braucht Nichts bemerkt zu werden.

Ueber den Ursprung der im Hundeharn auftretenden Bernsteinsäure geben die Versuche mit verschiedener Fütterung Auskunft. Zunächst ist es nöthig, hervorzuheben, dass wir die Bernsteinsäure nicht nur bei einem Hunde, der etwa eine besondere Individualität hätte haben können, nachgewiesen haben, sondern bei mehren Hunden. Da ferner unsere Versuchsthiere im Stalle gehalten wurden, also unter nicht natürlichen Verhältnissen, so war es wichtig, dass wir die Bernsteinsäure auch bei einem soeben aus freieren Verhältnissen genommenen wohlgenährten Thiere auffanden. Der Harn dieses Hundes (von mittlerer Grösse) wurde dann ungefähr ein Vierteljahr lang bei verschiedener Diät untersucht, stets in der oben angegebenen Weise.

Wenn der Hund die Nahrung erhielt, auf welche er von Natur angewiesen ist, nämlich fetthaltiges Fleisch, so schied er immer bernsteinsaures Natron aus. Die Menge der täglich entleerten Bernsteinsäure nahm zu mit der Menge des Fettes in der Nahrung und wurde gering, wenn der Hund möglichst mageres Fleisch erhielt. Wir haben dem Thiere die Nahrung oder das Fett nie gewaltsam beigebracht, doch so, dass das Fett mit dem übrigen Futter innig gemengt war, und der Hund es entweder fettreich fressen oder ganz verweigern musste, und so war das Aeusserste, was das Thier längere Zeit hindurch im Tage gern frass, circa 1 Pfund Fleisch (meistens Pferdefleisch) und 1 Viertelpfund Fett, Schweineschmalz oder Rinderfett, sonst aber Nichts. Bei dieser längere Zeit fortgesetzten Diät wurde der Hund allmälig dick und setzte Fett an, die Menge des täglich ausgeschiedenen bernsteinsauren Natrons nahm dabei anfangs zu und erreichte ein Maximum, bei welchem aus dem Wasserextract sofort die oben erwähnten grossen Krystalle erhalten wurden: aus 800 CC. Harn wurden

mehre Male nahe an 2 Grms. bernsteinsaures Natron erhalten. Als dagegen der Hund auf vegetabilische Kost gesetzt wurde, nur Brod und Kartoffeln erhielt, ohne Fett, wurde die Menge des bernsteinsauren Natrons im Harn immer kleiner, und als diese Diät längere Zeit eingehalten worden war, fand sich gar keine Bernsteinsäure mehr im Harn. Als aber der Hund in Folge längere Zeit eingehaltener fettreicher Diät selbst sehr fett geworden war und nun zu der fettlosen vegetabilischen Kost übergegangen wurde, führte er anfangs noch viel Bernsteinsäure aus; erst wenn die Folgen einer vorausgegangenen fettreichen Diät wieder verschwunden sind, kann man darauf rechnen, die Abwesenheit der Bernsteinsäure bei fettloser Nahrung constatirt zu finden. Wenn der Hund Brod und Kartoffeln mit Fett erhielt, so schied er Bernsteinsäure aus, aber wir haben stets bemerkt, dass, wenn der Hund neben den genannten Vegetabilien ebenso viel Fett erhielt, wie neben dem Fleisch, er doch nie so viel Bernsteinsäure ausschied, wie bei Fleisch und Fett als Nahrung; ja wir glaubten während einer ersten Periode mit Vegetabilien und Fett, dass bei dieser Combination gar keine Bernsteinsäure gebildet werde, doch wurde dies durch eine spätere Versuchsreihe widerlegt, und wir halten es für möglich, dass wir früher kleine Mengen übersehen hatten, oder dass eine in dieser ersten Reihe mit Vegetabilien und Fett stattgehabte grössere Kochsalzzufuhr von Einfluss war *).

Der Ursprung der Bernsteinsäure in dem Harn des Hundes ergiebt sich aus vorstehenden Versuchen sofort: wie schon Eingangs bemerkt, entsteht die Bernsteinsäure hier aus Fett, es ereignet sich in dem Fleischfresser-Organismus bei Fettzufuhr dasselbe, was bei der Oxydation von Stearinsäure, Buttersäure und anderen fetten Säuren mittelst Salpetersäure geschieht; es ist nur ein Theil. ein verhältnissmässig kleiner Theil des der Oxydation im Thierkörper unterliegenden Fettes, welcher die Umwandlung in Bernsteinsäure erleidet, indem andere Oxydationsproducte daneben entstehen werden, wie es scheint, ähnlich wie bei der Oxydation fetter Säuren mit Salpetersäure, wobei auch neben vielen anderen Producten eine verhältnissmässig kleine Menge Bernsteinsäure erhalten wird. Man weiss

*) Grouven hat jüngst bei Rindern einen bedeutenden Einfluss der Kochsalzzufuhr auf die Menge der Hippursäure im Harn beobachtet, so zwar, dass bei kochsalzarmem Futter viel mehr Hippursäure erschien, als bei salzreichem Futter. (Physiologisch-chemische Fütterungsversuche etc. pag. 486.)

dass die verschiedenen thierischen Fette zwar einander ähnliche, aber doch nicht gleich zusammengesetzte Gemenge verschiedener Glyceride sind, und so schien uns auch nicht gleichgültig zu sein, welches Fett man dem Hunde einverleibt bezüglich der Menge der im Harn erscheinenden Bernsteinsäure; wir haben nämlich bei Darreichung von Schweineschmalz entschieden mehr bernsteinsaures Natron aus dem Harn erhalten, als bei Darreichung von Rinderfett, und es schien uns dies um so bemerkenswerther, als die Versuchsreihe mit Rinderfett derjenigen mit Schweineschmalz nachfolgte, und der Hund bei jener schon besser genährt war, als bei Beginn dieser. Indessen würden hierüber zur Entscheidung noch weitere Versuche mit verschiedenen thierischen Fetten nöthig sein.

Es ist wahrscheinlich, dass das bernsteinsaure Natron im Hundeharn schon früher von Robin und Verdeil beobachtet, aber nicht als solches erkannt wurde. Dieselben erwähnen nämlich in dem Traité de Chimie anatomique et physiologique Tom. III. p. 423 ein sel particulier de l'urine de chien und bilden dasselbe in dem Atlas Pl. XLIV, Fig. 2 ab, welches namentlich den Abbildungen nach dem bernsteinsauren Natron, so wie es sich bei Krystallisation aus unreiner Lösung abscheidet, sehr ähnlich ist. Wir können gradezu zur Erläuterung der oben gegebenen Beschreibung eines Theiles dieser unvollkommenen aber charakteristischen Formen auf die bezeichnete Abbildung von Robin und Verdeil verweisen, deren Beschreibung der Krystalle gleichfalls mit unseren Wahrnehmungen übereinstimmt. Freilich geben die Verff. an, ihr Salz sei in Alkohol und wenig auch in Aether löslich; es ist aber nicht gesagt, ob absoluter Alkohol gemeint ist: in verdünntem Alkohol ist das bernsteinsaure Natron allerdings löslich; jedenfalls aber haben die Verff. es nicht mit der reinen isolirten Substanz zu thun gehabt. Von der durch Salzsäure abgeschiedenen Säure sagen die Verff., dass sie in Nadeln und rautenförmigen Tafeln krystallisirt, was mit dem Verhalten der Bernsteinsäure stimmt, sofern unvollkommene Krystalle auch nadelförmig, langgestreckt auftreten können; da die Säure den Geruch des Hundeharns gehabt haben soll, so würde man auf verunreinigte Bernsteinsäure zu schliessen haben; dass die Säure der Verff. sich zum Theil zuerst in Form von braunen Tropfen ausgeschieden hat, die dann in Krystalle übergingen, würde wohl keinen Widerspruch gegen die Deutung als Bernsteinsäure bilden, obwohl wir dergleichen allerdings nicht beobachteten; die Verff. haben das Salz nur aus dem unversehrten Harn gewonnen, also aus einem sehr zusammengesetzten Gemisch,

während wir stets alles in Alkohol Lösliche und die meisten Mineralbestandtheile zuerst entfernten. —

Es mögen nun hier zunächst einige Bemerkungen über andere Bestandtheile des Hundeharns, besonders solche, die in jenen Niederschlag mit Alkohol neben dem bernsteinsauren Natron eingehen, Platz finden.

Wir haben den Harn jenes Hundes zwar nicht immer auf Kreatin und Kreatinin geprüft, doch aber oft und bei den verschiedenen Diäten. Niemals haben wir das Kreatin neben dem Kreatinin vermisst; die Menge des Kreatins war bei diesem sich sehr wenig bewegenden Hunde je nach der Beschaffenheit der Nahrung wechselnd, grösser bei Fleischkost, als bei Kartoffeln und Brod; aber auch von der Art des verabreichten Fleisches hängt die Menge des ausgeschiedenen Kreatins ab, sofern das Fleisch ärmer und reicher an diesem Stoff sein kann; bei Verabreichung des sehr kreatinreichen Pferdefleisches enthält der Harn sehr viel Kreatin, wir sahen dasselbe mehre Male schon zugleich mit dem Harnstoff aus dem eingedampften Harn in grossen Krystallen anschiessen; kocht man dagegen das zerschnittene Fleisch zuvor aus und verabreicht man solches, wohl ausgepresst (unter Kochsalzzusatz), ohne die Brühe, so erscheint bedeutend weniger Kreatin im Harn. Beiläufig mag hier erwähnt werden, dass nach Versuchen, die für andere Zwecke unternommen wurden, auch das in's Blut injicirte Kreatin in grösster Menge unverändert im Harn wieder erscheint, entsprechend der von Gorup-Besanez gemachten Erfahrung, dass das Kreatin durch Ozon nicht verändert wird. Auf die Löslichkeit des Kreatins wirken verschiedene dasselbe im Harn begleitende Stoffe nicht unbedeutend ein; so wird das für sich in einem Gemenge von 4 Voll. absoluten Alkohol und 1 Vol. Wasser kaum lösliche Kreatin durch Harnstoff und durch Kreatinin, die darin leicht löslich sind, in gewisser Menge mit in Lösung genommen, auch einige organisch-saure Salze erhöhen die Löslichkeit des Kreatins. So kommt es nun auch, dass bei der Ausfällung des eingedampften Hundeharns mit absolutem Alkohol nicht etwa, wie nach der Löslichkeit des reinen Kreatins zu erwarten wäre, sämmtliches Kreatin gefällt wird, vielmehr ein grosser Theil, zuweilen, wenn die Menge nicht gross, sämmtliches Kreatin in die alkoholige Lösung übergeht; bei längerem Stehen dieser Lösung setzt sich wohl Kreatin an der Gefässwand ab, doch kommen auch derartige Absätze vor, die kein Kreatin sind. Wenn aus einer concentrirten syruppigen Lösung von viel Harnstoff und Kreatin nebst anderen Stoffen, wie man sie aus dem Alkoholextract des Harns erhält,

der Harnstoff durch Salpetersäure oder Oxalsäure abgeschieden wird, so pflegt das bis dahin der Krystallisation hartnäckig widerstehende Kreatin plötzlich zu krystallisiren; ebenso kann die Ausfällung des Kreatinins durch Chlorzink auf das daneben befindliche Kreatin wirken.

Was die Harnsäure betrifft, welche man in neuerer Zeit mehre Male im Hundeharn vergeblich gesucht hat, so haben wir dieselbe bei Fleischnahrung nie vermisst; bei der vegetabilischen Kost nahm ihre Menge ab, und bei fortgesetzter derartiger unangemessener und kümmerlicher Nahrung scheint sie ganz aus dem Harn verschwinden zu können. Die Harnsäure findet sich bei Fleischnahrung sehr oft zum grossen Theil als harnsaures Ammoniak, welches sich aus dem (stets zuerst mit Baryt ausgefällten) eingedampften Harn in gelblichen Kugeln abscheidet oder in den Alkoholniederschlag übergeht. Das harnsaure Natron scheidet sich stets amorph, als graubraun gefärbte Körner aus und zwar im Allgemeinen später, als das harnsaure Ammoniak. Bei vegetabilischer Nahrung entsteht beim Erkalten des eingedampften Harns auch oft ein amorpher gefärbter Absatz, der dem Absatz von harnsaurem Alkali ähnlich ist, aber nicht immer aus solchem besteht oder solches enthält, sondern aus einer schleimigen amorphen Substanz, in der auch wohl kleine Krystalle von anscheinend oxalsaurem Kalk eingeschlossen sind, die nicht weiter untersucht wurde.

Einen ganz besondern und interessanten Zustand bot der Hund dar, als er nach lange Zeit fortgesetzter fettreicher Diät ziemlich plötzlich verweigerte, ferner Fett zu fressen; das Thier war stark gemästet und bekam kahle Stellen im Pelz. Ganz magere, vegetabilische Kost wurde ihm gereicht, die er auch gern frass. Der Harn führte viel bernsteinsaures Natron, sehr viel harnsaures Alkali und bedeutende Mengen von Allantoin. Das Allantoin krystallisirte in schönen grossen Krystallbüscheln, grade so, wie man sie aus Kälberharn erhält, aus der mässig concentrirten Lösung des Alkoholniederschlages, die das bernsteinsaure Natron enthält. Die Identität der Krystalle mit dem Allantoin, wie es im Kälberharn enthalten ist, wurde auf das Unzweideutigste namentlich durch die Untersuchung der sehr charakteristischen Silberverbindung constatirt*). Diese Allantoin-Ausscheidung fand mehre Tage, an Menge abnehmend, statt. Es ist bekannt, dass, abgesehen von dem Allantoin

*) Uebrigens ist, wenn man es mit grösseren Mengen zu thun hat, auch die Krystallform des Allantoins charakteristischer, als gewöhnlich angegeben wird.

im Kälberharn, zu welchem wir für jene Beobachtung keine Beziehung wissen, dieser Stoff mit Sicherheit nur von Frerichs und Staedeler bei Hunden im Harn beobachtet wurde, denen künstlich Athembeschwerden beigebracht worden waren. Es scheint uns, dass in unserm Falle etwas Aehnliches aus anderer Ursache vorlag. Der Hund war mit Fett gestopft, so dass er durchaus Nichts davon mehr aufnehmen wollte und konnte; er hatte also sehr viel Fett zu oxydiren; dazu kam, dass er neben dem Fett längere Zeit zuletzt Vegetabilien, Brod und Kartoffeln gefressen hatte, welche dann auch nach der Verweigerung des Fettes allein weiter verabreicht wurden; hierdurch hatte das Thier also auch ausser dem Fett noch viel andere grosse Quantitäten Sauerstoff in Anspruch nehmende Stoffe, Kohlenhydrat, zu verarbeiten; da nun die Menge des im Körper zur Disposition stehenden Sauerstoffs eine begrenzte ist, so ist es sehr wahrscheinlich, dass jene leicht oxydablen Substanzen so viel Sauerstoff in Anspruch nahmen, dass für die regressive Metamorphose der stickstoffhaltigen Atomcomplexe nicht so viel Sauerstoff übrig blieb, um dieselbe so weit wie gewöhnlich zu führen: daher, so ist unsere Ansicht, das Allantoin und zugleich die sehr grosse Menge harnsaurer Salze. Dass letztere auch im menschlichen Organismus unter ihrem Ursprung nach ganz ähnlichen Verhältnissen, wie sie bei jenem Hunde vorlagen, in übermässiger Menge entstehen, ist bekannt; Allantoin wurde bisher beim Menschen überhaupt noch nicht beobachtet. Ich habe Allantoin früher ein Mal unter anderen Umständen im Hundeharn beobachtet: dem Thiere war nämlich eine grosse Quantität Kreatinin in's Blut injicirt, nachdem die Ureteren unterbunden worden waren; es fand sich dann nach Verlauf eines halben Tages etwa in dem Inhalt der Ureteren neben Harnstoff und relativ wenig Kreatinin auch Allantoin. Nun existirt bis jetzt zwischen dem Kreatinin und dem Allantoin keine Beziehung; dagegen soll bei anderer Gelegenheit gezeigt werden, dass das an der Ausscheidung durch die Nieren verhinderte Kreatinin im Blute rasch zerstört wird, wie dieser Stoff denn auch leicht durch Ozon zerstört wird; vielleicht handelte es sich also auch hier um Beschlagnahme des Sauerstoffs durch Kreatinin auf Kosten anderer Stoffwechselproducte; beim Hunde scheint jedenfalls das Allantoin ziemlich leicht bei gewisser Abnormität des Stoffwechsels entstehen zu können.

Indem wir uns wieder zu der Bernsteinsäure wenden, haben wir noch zu zeigen, dass die Bernsteinsäure auch im Organismus eines Pflanzenfressers entstehen kann, und damit zugleich,

dass diese Säure in einem thierischen Organismus auch auf die andere Art entstehen kann, auf welche man künstlich Bernsteinsäure erzeugen kann, nämlich durch Reduction der Aepfelsäure.

Füttert man Kaninchen, welche bisher Wiesenheu und Kleie erhalten hatten und dabei neben Harnstoff viel Hippursäure im Harn ausscheiden, ausschliesslich mit den Wurzeln von Daucus Carotta, den Mohrrüben, so scheiden die Thiere neben Harnstoff Bernsteinsäure aus, und die Hippursäure (resp. Benzoësäure) wird auf ein Minimum reducirt oder verschwindet fast ganz aus dem Harn.

Die Bernsteinsäure erscheint im Kaninchenharn nur zum kleinen Theil an Natron gebunden, grösstentheils als neutrales bernsteinsaures Kali, entsprechend dem Vorwalten der Kalisalze in allen Vegetabilien und so auch in dem Harn der Pflanzenfresser, wenn sie nicht Natronzusatz erhalten. Einige Male haben wir die Säure auch zum Theil an Kalk gebunden, als schwer löslichen, und daher frühzeitig in grossen nadelförmigen Krystallen sich ausscheidenden bernsteinsauren Kalk auftreten sehen; dieses Salz krystallisirte ohne Weiteres aus dem in diesen Fällen wenig kohlensauren Kalk enthaltenden Harn beim Stehen in niederer Temperatur heraus. Fällt man den filtrirten Harn mit Baryt aus, entfernt den gelösten Baryt mit Schwefelsäure und neutralisirt vollends mit Salzsäure, dampft dann ein, so kann beim Erkalten der wenig gefärbten concentrirten Lösung das neutrale bernsteinsaure Kali in glänzenden Krystallschuppen sofort reichlich krystallisiren: es sind dünne rhombische Tafeln, die nicht verwittern, sehr ähnlich den Krystallen des chlorsauren Kali's. Wir haben ein Mal aus 70 CC. Harn, welche einem Thiere auf ein Mal abgedrückt wurden, über 0,1 Grm. bernsteinsaures Kali erhalten. Die nähere Untersuchung dieses Salzes, so wie des Kalksalzes geschah, wie oben beim Hundeharn angegeben. Die Untersuchung ist hier viel leichter, weil die bernsteinsauren Salze aus dem Kaninchenharn leichter rein und ohne anhaftende stickstoffhaltige Substanzen erhalten werden können, was namentlich auch auf die Erlangung guter ausgebildeter Krystalle der Säure von grossem Einfluss ist.

Die Bestandtheile der Mohrrüben sind durch Untersuchungen Vauquelin's *) und Wackenroder's bekannt; die organischen Bestandtheile, soweit sie ihrer Menge nach in Betracht kommen, sind Pectin; Zucker; Eiweiss; der rothe Farbstoff, das Carotin, ein Kohlenwasserstoff; sehr wenig fettes und

*) Annales de Chimie et de Physique. Tom. 41. 1829. pag. 46.

ätherisches Oel; endlich äpfelsaurer Kalk. Von allen diesen Substanzen hat keine ausser der Aepfelsäure eine bekannte Beziehung zur Bernsteinsäure, sofern die sehr kleinen Mengen von fettem Oel sicher nicht in Betracht kommen, besonders nicht als etwas den Mohrrüben als Nahrung der Kaninchen Eigenthümliches: aus demselben Grunde ist auch der Zucker, bei dessen Gährung nach Pasteur Bernsteinsäure entsteht, aus der Ueberlegung jedenfalls ausgeschlossen. Das Kalksalz der Aepfelsäure, sowie einiger anderer ähnlicher Säuren, geht, wie bekannt, nach Dessaignes' Entdeckung durch Gährung, unter der Einwirkung faulender Eiweisskörper, in Bernsteinsäure über, unter Abscheidung einiger anderer Säuren, unter denen Kohlensäure, und es ist dies die ergiebigste Art der Darstellung von Bernsteinsäure. Offenbar sind die Bedingungen für diese Bildungsweise der Bernsteinsäure, in Umwandlung begriffene Eiweisskörper, bei der günstigen Temperatur im thierischen Körper gegeben, und es ist wohl kaum daran zu zweifeln, dass die Bernsteinsäure in dem Harn der mit Mohrrüben ausschliesslich gefütterten Kaninchen aus dem äpfelsauren Kalk jener Wurzeln entsteht. (Siehe den spätern Zusatz unten.) Weitere Untersuchungen müssten entscheiden, ob diese Umwandlung etwa schon im Darmkanal vor sich geht, was von vorn herein nicht unwahrscheinlich ist. Diese Entstehung von Bernsteinsäure durch Reduction der Aepfelsäure im thierischen Körper schliesst sich an die durch Lautemann*) entdeckte, von Mattschersky**) bestätigte Bildung von Benzoësäure (resp. Hippursäure) aus der Chinasäure; beide Umwandlungen können auch durch Reduction mittelst Jodwasserstoff bewerkstelligt werden.

Sehr bemerkenswerth ist das Zurücktreten und fast gänzliche Verschwinden der Hippursäure aus dem Kaninchenharn bei ausschliesslicher Fütterung mit Mohrrüben: die Hippursäure wird gradezu von der Bernsteinsäure ersetzt, sofern auch nicht etwa Benzoësäure erscheint. Es geht hieraus wiederum hervor, dass die Bildung der Hippursäure und, was die Hauptsache zu sein scheint, der Benzoësäure in derselben direct von der Beschaffenheit der Nahrung, wahrscheinlich also von der Einfuhr gewisser Muttersubstanzen abhängig ist, und nicht ein ein für alle Male und von der Art der Nahrung unabhängiges Charakteristicum des Stoffwechsels im Pflanzenfresser-Organismus ist.

---

*) Annalen der Chemie u. Pharmacie. Bd. 125. pag. 9.

**) Archiv für pathologische Anatomie u. Physiologie. Bd. 28. pag. 538.

Es ist bekannt, dass die früher von Hallwachs zur Prüfung dieses Gegenstandes unternommenen Versuche nicht zu diesem eben genannten Ergebniss führten. Hallwachs fand in denjenigen Vegetabilien, nach deren Genuss reichlich und constant Hippursäure bei Rindern ausgeschieden wird, hauptsächlich Gramineen, keinen Körper, der, soweit damals die Kenntniss reichte, in genetischer Beziehung zur Benzoësäure steht, und sah ferner Kaninchen nicht nur bei Fütterung mit Wiesenheu, sondern auch bei Fütterung mit Kraut und Wurzeln von Brassica-Arten reichlich Hippursäure bilden, so wie man weiss, dass Rinder, wie bei Fütterung mit Wiesenheu, so auch bei Darreichung von Runkelrüben (Beta) Hippursäure ausscheiden. Seit diesen Untersuchungen ist aber durch Lautemann bekannt geworden, dass die schon in einem Kraut aufgefundene Chinasäure im thierischen Körper in Benzoësäure übergeht, und die Versuche von Hallwachs zwingen natürlich nicht zu einem allgemeinen Schluss. In der Runkelrübe findet sich allerdings Aepfelsäure, aber es ist fraglich, ob die Rinder ausschliesslich die Wurzeln von Beta vulgaris erhielten, und ob nicht in dieser Wurzel auch solche jedenfalls sehr allgemein im Pflanzenreich verbreitete Stoffe sind, die zur Bildung von Benzoësäure führen; die Wurzeln der Brassica-Arten, die Hallwachs an Kaninchen verfütterte, enthalten keine Aepfelsäure und gleichen den Mohrrüben nicht.

Weismann hat Kaninchen mit vielen verschiedenen Futterarten ernährt; er vermisste die Hippursäure bei Fütterung mit kleienfreiem Weizen- und Gerstenbrod, mit enthülsten trocknen Erbsen, mit Bouillon und bei Inanition. Die übrigen Vegetabilien, die Weismann den Kaninchen darreichte, lieferten stets Hippursäure in den Harn: Mohrrüben waren aber nicht unter den verabreichten Substanzen. Weismann schloss, dass die Hippursäurebildung beim Kaninchen jedenfalls grösstentheils von der Beschaffenheit der Nahrung abhängig sei, von der Einfuhr gewisser noch nicht bestimmt zu bezeichnender, im Pflanzenreich sehr verbreiteter Stoffe; ebenso fand er es für den Menschen, womit meine Untersuchungen übereinstimmen. Lücke fand Hippursäure im menschlichen Harn nur bei vorzugsweise vegetabilischer Kost. Auch die Untersuchungen von Henneberg und Stohmann beim Rind haben eine sehr bedeutende Abhängigkeit der Menge der im Harn ausgeschiedenen Hippursäure von der Art der Nahrung ergeben, sofern Cerealienstroh und Wiesenheu viel Hippursäure, Leguminosenstroh wenig Hippursäure in den Harn lieferten. Kolbe sah die Menge der Hippursäure im Harn von Rindern plötzlich

schwinden, als die Thiere statt Wiesenheu Klee erhielten. (Graham-Otto IV. pag. 113.)

Es ist endlich hier der Erfahrungen zu gedenken, welche man über die Schicksale der dem thierischen Körper einverleibten fertigen Bernsteinsäure gemacht hat, sofern es nach den meisten derselben schien, dass Bernsteinsäure sich im Stoffwechsel nicht erhalte, sondern Umwandlungen erleide. Die ersten derartigen Versuche hat Wöhler angestellt, und dieser fand die einem Hunde beigebrachte Bernsteinsäure im Harn wieder; Hallwachs dagegen konnte die dem Hunde einverleibte Bernsteinsäure im Harn nicht wiederfinden. Beim Menschen wurde bisher noch niemals die einverleibte Bernsteinsäure im Harn wiedergefunden. Buchheim mit seinen Schülern Piotrowsky und Magawly nahmen bernsteinsaures Natron, fanden im Harn keine Bernsteinsäure, dagegen einige Male Hippursäure; Kühne sah gleichfalls Vermehrung der Hippursäure seines Harns nach Genuss von Bernsteinsäure. Hallwachs fand solches für den Hund nicht bestätigt, aber ebensowenig an sich selbst; die Bernsteinsäure fand auch er nicht wieder. Auch Lücke sah keine Vermehrung der Hippursäure auf Genuss von Bernsteinsäure. Lehmann hob zwar die Richtigkeit der in seinem Laboratorium gemachten Beobachtung Kühne's hervor, bemerkte aber dazu, dass man nicht etwa sofort schliessen dürfe, die Bernsteinsäure wandle sich etwa in die vermehrt ausgeschiedene Hippursäure um (Zoochemie pag. 399).

Wenn es nach diesen Versuchen den Anschein gewinnt, dass namentlich im menschlichen Organismus die fertig eingeführte Bernsteinsäure nicht Stand hält, so gewinnt die Untersuchung darüber an Interesse, ob nicht auch beim Menschen Bernsteinsäure im Harn erscheint, wenn die Bedingungen zu ihrer Bildung erst im Organismus gegeben sind, nämlich wie beim Hunde aus der Oxydation fetter Säuren, oder wie beim Kaninchen aus der Reduction der Aepfelsäure; der Mensch steht als Omnivore zwischen jenen beiden Thieren und scheint die Möglichkeit für beide Bildungsweisen der Bernsteinsäure darzubieten. Wir werden uns mit bezüglichen Versuchen beschäftigen.

Es dürfte zu überlegen sein, ob in allen Fällen, in denen man nach Bernsteinsäure im Harn suchte, die Methode die beste gewesen sei: in Lehrbüchern findet sich wohl die Angabe, dass man die mittelst Salzsäure in Freiheit gesetzte Bernsteinsäure mit Aether zu extrahiren suchen solle; bei diesem Verfahren aber würde man wohl schwerlich immer zum

Ziele kommen, denn die reine Bernsteinsäure ist in Aether nur sehr wenig löslich, und wenn, den vorliegenden etwas schwankenden Angaben nach zu urtheilen, etwa die aus Bernstein dargestellte Säure eine etwas bedeutendere Löslichkeit in Aether zeigen sollte, so kommt da vielleicht eine, der zum arzneilichen Gebrauch bestimmten Säure absichtlich gelassene, mehr oder weniger bedeutende Verunreinigung mit öligen Bestandtheilen des Harzes in Betracht. Bei der Prüfung des Harns auf Bernsteinsäure sollte man sich auf die jedenfalls sehr geringe Löslichkeit in Aether lieber nicht verlassen.

Späterer Zusatz.

Weitere Untersuchungen des Harns der Kaninchen haben ergeben, dass kleine Mengen von bernsteinsaurem Kali in demselben auch dann enthalten sind, wenn die Thiere mit Wiesenheu und mit Kleie gefüttert werden; aber diese Mengen von Bernsteinsäure sind sehr klein gegenüber den bedeutenden Quantitäten derselben bei Fütterung mit Mohrrüben; bei Wiesenheu und Kleie ist die Hippursäure bei weitem der Hauptbestandtheil des Harns neben Harnstoff, während bei Fütterung mit Mohrrüben umgekehrt die Bernsteinsäure zum Hauptbestandtheil (neben Harnstoff) wird und die Hippursäure so sehr zurücktritt, dass man sie entweder nur sehr schwer oder gar nicht auffinden kann. Um die kleinen Mengen bernsteinsauren Kali's im Kaninchenharn bei Fütterung mit Wiesenheu und Kleie zu finden, kann man ähnlich wie beim Hundeharn verfahren. Der von kohlensaurem Kalk und von Phosphorsäure befreiete Harn wird mässig eingedampft und mit absolutem Alkohol gefällt. Das bernsteinsaure Kali ist wie das Natronsalz unlöslich in starkem Alkohol und wird gefällt, während das hippursaure Alkali in diesen Niederschlag nicht eingeht, man findet die sämmtliche Hippursäure (an Alkali gebunden) neben dem Harnstoff in dem Alkoholextract. Jener durch Alkohol entstehende bräunliche Niederschlag enthält wesentlich Chloralkalien, kohlensaures Alkali (wenn man den Harn nicht vorher neutral gemacht hat) und bernsteinsaures Kali. Die unvollkommenen, den oben erwähnten des Natronsalzes entsprechenden Krystallisationen dieses Salzes, wie sie sich bei rascher Krystallisation aus unreiner Lösung bilden, sind sehr ähnlich denen des Natronsalzes, nur dass entsprechend der

Verschiedenheit der ausgebildeten Krystallformen beim Kalisalz das Tafel- und Plattenförmige an Stelle des Nadelförmigen hervortritt; auch diese unvollkommenen Formen des Kalisalzes sind charakteristisch und werthvoll zur vorläufigen Orientirung.

Woher die kleine Menge Bernsteinsäure in dem Harn der Kaninchen bei Fütterung mit Wiesenheu und Kleie stammt, darüber können wir bis jetzt nichts Sicheres sagen; möglicherweise steht hier diese Bernsteinsäure gar nicht in directer Beziehung zu einem Futterbestandtheil, sondern entsteht vielleicht, wie beim Hunde, aus der Oxydation von Fett des Thierleibes; indessen kann man nicht wissen, ob nicht eine oder die andere der vielen in dem Wiesenheu enthaltenen Pflanzen eine Säure enthält, die in Bernsteinsäure übergeht. Hierüber müssen demnächst weitere Fütterungsversuche Auskunft geben. Uns war es vor der Hand wichtiger, ganz direct und unzweideutig den Beweis zu liefern, dass wirklich der äpfelsaure Kalk der Mohrrüben es ist, von dem die bedeutende Vermehrung der Bernsteinsäureausscheidung abhängig ist bei Fütterung der Kaninchen mit diesen Wurzeln.

Wir haben deshalb den Kaninchen bei Fütterung mit Wiesenheu und Kleie, nachdem wir die Beschaffenheit ihres Harns dabei kennen gelernt hatten, äpfelsauren Kalk einverleibt und untersucht, ob darauf die Bernsteinsäure des Harns vermehrt wurde. Warme concentrirte wässrige Lösung von saurem äpfelsauren Kalk (1—2 Grms.) wurde mittelst Katheters in den Magen gebracht, wovon die Thiere nicht im Geringsten afficirt wurden. Vor der Injection war die Blase entleert und der Harn untersucht, und nun wurde von Stunde zu Stunde der Harn abgedrückt, so dass Nichts verloren ging und genau die Zeit ermittelt werden konnte, wann der Harn eine Veränderung zeigte. So geschah es bis zur Nacht; dann kamen die Thiere für die Nacht auf ein sauberes Haarsieb, unter welchem ein grosser Trichter, der den Harn in eine Schale leitete.

Der in den ersten sechs Stunden nach der Einverleibung des äpfelsauren Kalks gewonnene Harn zeigte durchaus keine Verschiedenheit von dem vorher und überhaupt gewöhnlich bei jenem Futter abgesonderten Harn. Von der siebenten Stunde an aber wurde für längere Zeit, d. h. bis zu 18 Stunden nach der Injection, ein an Bernsteinsäure ausserordentlich reicher Harn abgesondert. Die Bernsteinsäure erschien so reichlich, wie bei Mohrrübenfütterung, aber natürlich neben ihr auch grosse Mengen von Hippursäure. Der Harn, mit welchem diese aus der eingeführten Aepfelsäure entstandene Bernsteinsäure ausgeführt wurde, war alkalisch, klar, enthielt keinen kohlen-

sauren Kalk, und enthielt die Bernsteinsäure theils, aber zur geringsten Menge an Kalk gebunden, theils und zwar zur grössten Menge als bernsteinsaures Kali. Die Menge dieses Salzes war, nachdem Morgens um 11 Uhr die Injection gemacht worden war, in dem Abends spät abgesonderten Harn so gross, dass nach Eindampfen des Harns beim Erkalten dasselbe sofort in grossen Krystallen sich ausschied und den Harn zu einem Krystallbrei erstarren liess. Wenn man vorher absoluten Alkohol zusetzte, so wurde bernsteinsaures Kali und bernsteinsaurer Kalk (der wegen geringer Menge sich nicht vorher allein ausgeschieden hatte) gefällt, und beim Wiederauflösen des Niederschlages in wenig Wasser ging das Kalisalz in Lösung, während das schwerlösliche Kalksalz ungelöst zurückblieb.

Ob die Bernsteinsäure mehr an Kali oder mehr an Kalk gebunden erscheint, wird von verschiedenen Umständen im Innern des Organismus abhängig sein, und man wird vielleicht auch einmal nach Einverleibung von äpfelsaurem Kalk einen grössern Gehalt des Harns an bernsteinsaurem Kalk finden, als es in unseren Versuchen der Fall war. Bei Fütterung mit Mohrrüben war es ja auch wechselnd, bald erschien eine grosse Menge bernsteinsauren Kalks, bald sämmtliche Bernsteinsäure an Alkali gebunden.

Mit Versuchen über das Schicksal des in's Blut direct einverleibten äpfelsauren Kalks, über das des beim Fleischfresser einverleibten äpfelsauren Kalks, so wie endlich über das Schicksal der nicht als Kalksalz einverleibten Aepfelsäure sind wir beschäftigt. (Vergl. hierüber eine Mittheilung in den Nachr. d. k. Gesellsch. d. W., Sitzung am 4. März, worin der Nachweis, dass auch beim Hunde die an Kalk gebundene Aepfelsäure in Bernsteinsäure verwandelt wird, dass dagegen die an Natron gebundene Aepfelsäure (beim Kaninchen) zum beiweiten grössten Theil oxydirt wird, wie andere pflanzensaure Alkalien). —

Ueber die Musculatur der Zunge bei den Leporinen und Myrmecophagen.

Von

Dr. **J. C. W. Braun.**

(Hierzu Taf. IV.)

Die Zunge ist bei der Mehrzahl der Säugethiere ein Organ, vermittelst dessen der in dem Mund eingeschlossene Inhalt nach beliebigen Puncten der Mundhöhle hin verschoben werden kann; ebenso dient sie beim Schlucken, um denselben in die Rachenhöhle zu befördern. Sie hat im Wesentlichen bei Thieren denselben Bau wie beim Menschen, nur bei wenigen Species hat sie noch andere Aufgaben. Hierher gehören die blutsaugenden Fledermäuse, bei welchen die Zunge zweifelsohne eine wichtige Rolle beim Saugen spielt. Ferner die Raubthiere, bei denen die Zunge zur Einführung flüssiger Nahrungsmittel dient, indem bei ihnen die Nasenlöcher so weit prominiren, dass das Saufen vermittelst des in die Flüssigkeit eingetauchten Maules nicht möglich ist. Die Zunge wirkt bei ihnen wie ein Schöpflöffel und wird zu diesem Behufe stark verlängert und verbreitert. Sie besitzt den eigenthümlichen bindegewebigen Stab, der unter dem Namen Lyssa bekannt ist. Eine ganz besondere Function hat die Zunge bei einigen Edentaten der Familie Vermilinguia und Echidna. Bei diesen ist die Mundöffnung sehr klein, die wurmförmige Zunge wird weit hervorgestreckt, beim grossen Ameisenlöwen nach Rengger um $1^1/_2$ Fuss, und vermittelst derselben werden daran haftende Insecten eingeführt.

Ich habe in nachfolgenden Zeilen eine Zunge von gewöhnlicher Form, die des Hasen, und die eigenthümlich geformte Zunge von Myrmecophaga tamandua beschrieben.

Das Gerüste der Zunge wird bei Lepus timidus in derselben Weise, wie bei fast allen übrigen Säugethieren, durch die perpendiculären und transversalen Fasern gebildet. Diese letzteren sind eine Gruppe paralleler Fasern, die mit einer kleinen Ausnahme sich überall innerhalb des Zungenkörpers halten, also eigentliche Musculi linguales sind. Diese Ausnahme betrifft die kleine seitlich an der Zungenwurzel gelegene Stelle, wo sich der Arcus glosso-palatinus an die Zunge anschliesst. Der Musculus glosso-palatinus ist bei einigen Säugern eine Fortsetzung der transversalen Fasern, bei anderen, wie auch beim Menschen, geht er ausserdem theilweise in longitudinale Bündel über.

Die transversalen Fasern finden sich von der Spitze des Zungenbeinkörpers an bis zur Zungenspitze; die Mehrzahl derselben ist durch das Septum linguae in zwei symmetrische Hälften getheilt; doch findet sich immerhin eine beträchtliche Anzahl, wo die beiderseitigen Hälften zu einem Bündel zusammenfliessen. Diese Fasern liegen im Mittelstücke der Zunge oberhalb und unterhalb des Septum, im vordern Theile derselben kommen sie, indem das Septum niedriger ist, in grösserer Anzahl vor, als weiter nach hinten.

Was das Septum linguae betrifft, so verhält sich dieses bei den Zungen, welche keine Lyssa besitzen, ähnlich wie beim Menschen; es ist eine dünne, hinten an der Spitze des Os hyoides befestigte, fibröse Scheidewand, die sich zwischen den beiden Genioglossi, vorn zwischen den Perpendiculares aufwärts zieht und den Transversi als Ursprungsplatte dient. Im angewachsenen Theil besitzt das Septum etwa die halbe Höhe der Zunge, wenn wir an einem Frontalschnitte vom unteren Rande des Stylo-glossus bis zur Oberfläche rechnen; im freien Theile wird es niedriger, nimmt nur etwa ein Dritttheil oder Viertheil der Höhe ein, bis es dicht vor der Zungenspitze verschwindet.

Die Fasern des Transversus haben eine Hauptrichtung quer durch die Zunge; die Richtung nach oben, die sich in allen von uns untersuchten Zungen findet, ist in der Zunge der Leporinen sehr ausgesprochen. Die untersten Faserlagen zeigen eine Krümmung, welche einem sehr grossen Kreise angehört; die obersten Lagen sind Bogen von Kreisen, deren Halbmesser nach und nach kleiner werden, bis zuletzt die Fasern, welche sich am Rande des oben beschriebenen dreiseitigen Feldes ansetzen, zum Theil einen Halbkreis bilden. Im freien Theile der Zunge setzen sich die oberen Bündel des Transversus etwas weiter von der Medianlinie entfernt an die Schleimhaut und

erreichen dieselbe an der äussern Grenze des innern Drittheils des Querhalbmessers der Oberfläche. Die untere Grenze des Transversus markirt sich in der ganzen Länge der Zunge da, wo sich die Genioglossi und Perpendiculares nicht mehr von einander trennen lassen. Die genannten Muskeln werden in der bekannten Weise so vom Transversus durchsetzt, dass sie in einzelne Blätter zerfallen. Diese Blätter liegen bei besonders fetten Exemplaren durch fetthaltiges Bindegewebe von einander getrennt, bei fettlosen berühren sie sich fast unmittelbar, und zu diesen Formen gehören alle von uns untersuchten Zungen der Leporinen und Subungulaten. Die Zahl dieser Blätter beträgt beim Hasen über hundert. Der Ansatz der Fasern geschieht in der gewohnten Weise. Dieselben gehen in dünne Sehnenstränge über, welche die unter der Schleimhaut liegenden Longitudinalbündel durchsetzen und sich theils bis zur Schleimhaut und deren Papillen verfolgen lassen, theils in dem interstitiellen Bindegewebe der Longitudinalfasern unkenntlich werden. Ersteres ist auf dem Zungenrücken der Fall, wo die transversalen Fasern die vom Hyoglossus stammenden Längsfasern durchsetzen. Man sieht auf Frontalschnitten zuweilen die Sehnen in die Papillen eintreten und auf Horizontalschnitten in der Rinde zwischen den gestreckt verlaufenden Longitudinalbündeln Reihen von Puncten, welche den durchschnittenen Sehnen und Muskelbündeln der Genioglossi, Perpendiculares und Transversi entsprechen. Am untern Theile der Zungenränder, wo die starken longitudinalen Bündel von den Styloglossi gebildet werden, und weiter nach hinten, wo unter diesen noch die schräg aufsteigenden Fasern der Hyoglossi hinzukommen, verhält sich die Sache anders. Es treten, wie man auf Transversalschnitten unzweifelhaft sieht, die Fasern des Transversus auch hier zwischen diese ein; wir hatten aber nie Gelegenheit ein Präparat zu sehen, auf welchem sich Sehnen in dem interstitiellen Gewebe dieser genannten Muskeln hätten verfolgen lassen. Es scheint demnach, als ob das Bindegewebe hier fest genug sei, um einen Ansatzpunct für die genannten Muskeln zu bilden. Es lässt sich hieraus die vom Menschen her bekannte Beobachtung erklären, dass sich auf dem Zungenrücken die Schleimhaut nicht abpräpariren lässt, am Seitenrande aber überall bis an den obern Rand des Styloglossus, an der Zungenwurzel noch bis etwas über den obern Rand trennbar ist. Dasselbe findet an den Zungen der von uns untersuchten Vierhänder, Raubthiere, Beutelthiere und Nager statt.

Der Genioglossus verhält sich in den Zungen, welche in ihrer allgemeinen Form der menschlichen Zunge ähnlich sind,

ebenso wie beim Menschen. Er tritt in der Ausdehnung wie er im hintern Theil der Unterfläche der Zunge ein rectanguläres Feld berührt, ohne sich auszudehnen bis zum Rücken derselben hindurch, und liefert also nur einen Theil der perpendiculären Fasern. Schneidet man an einer Zunge vom Aussenrande der Eintrittsstelle des Genioglossus grade gegen den Zungenrücken hin und ebenso vom vordern Rande desselben in der Richtung seiner eintretenden Fasern die Zungenspitze ab, so hat man den Bezirk der Zunge begrenzt, dessen perpendiculäre Fasern dem Genioglossus angehören. Es fallen also beträchtliche Theile der Seitenränder und des freien Theiles der Zunge weg und in diesen sind die perpendiculären Fasern selbstständige Musculi linguales, also solche, die in der Zunge beginnen und endigen. Dies Verhältniss hat grossentheils schon Hyde Salter*) richtig erkannt und abgebildet. Den deutschen Anatomen sind die Perpendiculärfasern fast unbekannt geblieben. Kölliker**) erklärt freie Perpendiculärfasern nur in der Zungenspitze gesehen zu haben, die perpendiculären Bündel der Seitenränder hält er für Fasern des Hyoglossus, mit denen sie keineswegs verwechselt werden können. In der Zunge des Hasen gehen die hintersten Bündel der Genioglossi, ohne sich an Theile des Zungenbeins zu inseriren oder in Schlundkopfmuskeln überzugehen, was beim Menschen zuweilen vorkommt, aufwärts. Ein Uebergang der letzten Bündel in den Kehldeckel schien an einem Präparate stattzufinden. Mit dem grössten Theile seiner Fasern setzt er sich wie der Transversus an die Schleimhaut fest. Seine innersten Bündel gehen unmittelbar an die Mittellinie. In dem Schilde der Zungenwurzel fassen diese keine Longitudinales zwischen sich; in der ganzen Länge haben die innersten Ansatzsehnen keine Berührung mit dem Transversus, weiter nach aussen kreuzen sie sich unter sehr spitzen Winkeln mit dessen Fasern. Die äussersten Bündel des Genioglossus liegen vollkommen parallel den selbstständigen Perpendiculärfasern, so dass man an einem Frontalschnitte, an welchem der untere Rand fehlt, also der Anfang der Fasern des Genioglossus, eine Grenze zwischen beiden nicht finden kann.

Die Fasern des Musculus perpendicularis durchsetzen die Zunge von der oberen nach der unteren Fläche überall da, wohin die Fasern des Genioglossus nicht gelangen, wie man

---

*) Todd's Cyclopaedia of Anatomy.

**) Kölliker, Mikroskopische Anatomie, 2ter Band, p. 15. Fig. 171. (In dieser Figur sind zudem die Longitudinalfasern des Seitenrandes nicht gezeichnet.)

denn überhaupt diesen letzteren einfach als eine Summe von Bündeln perpendiculärer Fasern auffassen kann, welche sich über die Basis der Zunge hinaus verlängern, um sich an einem ausserhalb der Zunge befindlichen fixen Puncte zu befestigen. Demgemäss ist das Gebiet der freien perpendiculären Fasern um so grösser, je länger die freie Spitze der Zunge ist. Beim Menschen ist diese besonders kurz, fast bei allen Säugethieren verhältnissmässig bei weitem grösser. Deshalb überwiegt natürlich beim Menschen die Summe der Fasern des Genioglossus bei weitem diejenige des Perpendicularis, während dies Verhältniss bei den meisten Säugethieren grade umgekehrt ist.

Beim Hasen ist die freie Spitze der Zunge nur um weniges kürzer als der angewachsene Theil, wenn wir den letzteren vom Frenulum bis an die Basis des Zungenbeins, seitwärts von der vorspringenden Spitze desselben messen *). Die Perpendiculärfasern des Seitenrandes der Zunge legen sich, wie oben bemerkt, mit dem grössten Theile ihrer Länge dicht an den Genioglossus an, nach unten zu treffen sie auf das Gebiet des Styloglossus und Hyoglossus, hier wenden sie ihre Fasern nach aussen und sind zwischen den Bündeln der genannten Muskeln nicht weiter zu verfolgen.

Die mehr nach aussen liegenden Bündel des Perpendicularis sind mehr schräg gestellt, so dass ihre oberen Enden mehr medianwärts geneigt sind als die unteren. Die äussersten kürzesten Bündel verlaufen etwa unter einem Winkel von 45 Grad gegen die Horizontalebene des Zungenrückens. An verschiedenen Stellen der Zunge liegen sie mehr oder weniger oberflächlich; bald berühren sie die Innenfläche der longitudinalen Muskeln, bald findet sich ein kleiner Zwischenraum zwischen ihnen, so dass hier die Fasern des Transversus einander berührend die kleinen Lücken ausfüllen. Vorn in der freien Spitze der Zunge nehmen die perpendiculären Fasern jeden Frontalschnitt vollständig ein. Die meisten Bündel der beiden Seiten berühren sich in der Mittellinie, nur durch das Septum theilweise getrennt. Die im vordersten Theile der Spitze liegenden Fasern sind sehr kurz und treten mit den transversalen Fasern dicht hinter dem Bogen auf, welchen die mit einander zusammenfliessenden Bündel der longitudinalen Fasern bilden. Nach hinten zu werden die Perpendiculares zwischen den massenhaft auftretenden Drüsen spärlicher und

*) Diese Messung wurde an einem dicht neben der Medianlinie liegenden Sagittalschnitte eines gefrornen Kaninchenkopfes gemacht, an dem alle Theile ihre normale Lage hatten.

in der Nähe des Zungenbeins kommen nur noch einzelne Fasern auf Schnitten zur Anschauung.

Die longitudinalen Fasern der Zunge liegen sämmtlich oberflächlich und bedecken dieselbe niemals vollständig. Auf dem Rücken der Zunge beginnen dieselben erst eine Strecke weit vom Zungenbein entfernt und zwar entweder in Linien, welche gegen die Mitte der Zunge einen nach hinten offenen Winkel bilden, oder mit zwei parallelen Sagittallinien. Die Seitenränder der Zunge sind vollständig von ihnen bedeckt, die untere Fläche derselben nur so weit, als sie nicht von den eintretenden Fasern der Genioglossi eingenommen wird. Theils sind es der Zunge eigenthümliche Muskelfasern, theils entspringen sie ausserhalb derselben an fixen Puncten. Eine starke Partie entspringt gewöhnlich vom Körper und dem grossen Horne des Zungenbeins, Hyoglossus im engern Sinne genannt. Andere longitudinale Muskeln kommen vom Os stylohyoides, von der Wurzel desselben, vom Processus styloides oder selbst von benachbarten Schädelknochen, wie z. B. bei Halmaturus Bennetti vom Processus jugularis des Hinterhauptbeins.

Die Longitudinales linguales sind verschiedener Natur. Zu ihnen gehört der Notoglossus, der bei Menschen, Vierhändern, Wiederkäuern und anderen Ordnungen vorhanden ist, eine ganz dünne oberflächliche Schicht bildet, die hinten auf dem Zungenrücken in der Schleimhaut entspringt, den Seitentheil bis zum obern Rande des Stylo-glossus und den ganzen Zungenrücken deckt. Er kann mit leichter Mühe dem blossen Auge sichtbar gemacht werden und zeigt sich unter dem Mikroskop auf jedem Frontalschnitte der hintern Hälfte der Zunge. Dieser Muskel ist von C. J. Baur (Meckel's Archiv 1822) beim Rind und Schwein entdeckt, dem Menschen abgesprochen. Hier hat ihn Zaglas 1850 (Goodsir Annals of anatomy and physiology) aufgefunden und benannt. Bei Raubthieren kommen starke mediane Bündel vor, welche in der Mitte der Zunge entspringen und bis zur Spitze verlaufen.

Bei den Leporinen kommt der Notoglossus und das letztgenannte Bündel nicht vor. Die longitudinalen Fasern der Unterseite des Randes werden von den Styloglossi, die des Zungenrückens von den Hyoglossi geliefert. Ausserdem kommen verschiedene einzelne in der Schleimhaut entspringende Bündel vor, die aber weder zahlreich sind, noch stärkere Massen bilden. Die beiden Styloglossi verschmelzen am vordern Rande des Hyoglossus mit einander. Die Sehnen der Perpendiculares sind am untern Rande desselben eine kurze Strecke

weit nicht so stark, dass sich der Styloglossus nicht vom Zungenkörper (transversalen Fasern) trennen liesse, in der vordern Hälfte und am obern Rande der hintern Hälfte dagegen ist diese Verbindung eine sehr innige. Auf Frontalschnitten zeigt sich, dass dieses Festhalten seinen Grund nur in den genannten Sehnen hat. Die Fasern des Styloglossus setzen sich erst nahe an der Spitze in die Schleimhaut an und ein Theil derselben scheint dabei die Medianlinie zu überschreiten, wenigstens sieht man auf Horizontalschnitten einen Muskelbogen vor den vordersten Bündeln des Transversus und Perpendicularis herumgehen. Ueber dies Verhältniss in's Klare zu kommen ist uns nicht gelungen. Von den drei Möglichkeiten, die sich zur Erklärung bieten, nämlich einmal, dass ganze Fasern des Styloglossus beider Seiten in der Spitze sich bogenförmig mit einander vereinen, dann, dass isolirte unpaarige, beiderseits in grösserer oder geringerer Entfernung von der Spitze entspringende Bündel vorn einen Bogen bilden, und drittens, dass Fasern des Styloglossus vor der Spitze herumlaufen, um sich auf der andern Seite in der Schleimhaut zu verlieren, scheint uns die letztgenannte am meisten Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. An der Innenseite des Hyoglossus finden sich keine Längsfasern.

Der Keratoglossus begiebt sich mit seinen hintersten Bündeln sofort auf den Zungenrücken. Diese sind sehr stark, laufen nach vorn convergirend gegen die Mittellinie und lagern sich unter dem Schilde, einige Linien von der Spitze desselben entfernt, dicht neben einander. Die vorderen Bündel des Keratoglossus, kleine Bündel des Chondroglossus und der Basioglossus gehen seitwärts am Zungenrande von den Styloglossi bedeckt auf den Zungenrücken und breiten sich hier über denselben aus. Sie bleiben immer in einer Randschicht und können auf schrägen, in der Richtung der Fasern geführten Schnitten stets als isolirte Muskelmassen, die von Fasern des Perpendicularis und Transversus durchsetzt sind, leicht erkannt werden. Die vordersten Bündel des Basioglossus schliessen sich an die obersten des Styloglossus an, so dass auf jedem Frontalschnitte eine vollständige Schicht von longitudinalen Muskeln sich findet. Hiervon machen nur die Schnitte dicht am Zungenbeine eine Ausnahme, wo dieselben oben fehlen, und dann die Stellen, wo der Genioglossus eintritt.

Der Ansatz dieser longitudinalen Fasern findet beim Hasen nur in der Nähe der Zungenspitze statt. Man bemerkt freilich schon einzelne Ansätze in der Hälfte des freien Theiles der Zunge, aber auch nur vereinzelte. Was die in der Zunge ent-

springenden longitudinalen Bündel betrifft, so zeigten sich einige in der hintern Hälfte des freien Theiles der Zunge, doch waren diese nur spärlich.

Myrmecophaga tamandua.

Was die äusseren Zungenmuskeln betrifft, so können wir in der Hauptsache die Angaben von Cuvier *) vollkommen bestätigen. Eine wichtige Thatsache aber, die ihm entgangen, ist die, dass sich bei diesem Thiere sieben Lyssae zeigen, welche in besonderen muskulösen und sehnigen Scheiden stecken, die den vordern Theil der Zunge einnehmen.

Die Ameisenfresser haben bekanntlich eine ganz eigenthümliche Form der Zunge, indem dieselbe das hauptsächlichste Ingestionsorgan ist. Die rüsselförmig verlängerten zahnlosen Kiefer haben nur eine kleine Mundöffnung an ihrer Spitze und können nur sehr wenig von einander entfernt werden. Die Zunge kann bis über die Hälfte ihrer Länge verlängert werden und die Thiere bringen auf diese Weise daran haftende Insecten in das Maul. Sie ist an ihren Wurzeltheilen cylindrisch, gegen die Spitze fadenförmig dünn. Rapp **) schreibt der M. tamandua eine knopfförmige Verdickung der Spitze zu, die wir bei unserm Exemplar nicht vorgefunden haben. Ein sehr auffallendes Verhalten zeigen die äusseren Zungenmuskeln, namentlich der Hyoglossus. Dieser besteht nur aus wenigen, bei kleinen Exemplaren kaum bemerkbaren Fasern, welche seitwärts von der Zungenwurzel in die Mundschleimhaut übergehen; vielleicht gehen auch einige auf den Rücken der Zungenwurzel über, beim Präpariren mit blossem Auge und mit der Lupe lässt sich aber nichts davon bemerken. Die Zunge ist also bei diesen Thieren ganz vom Zungenbeine getrennt, dagegen verlängert sich dieselbe unter dem Zungenbeine in ein paar starke Muskeln, welche unter dem Kehlkopf und der Trachea in den Brustkorb treten und an der medialen Seite des Brustbeins bis zum Schwertfortsatze fortlaufen, um sich an diesem zu befestigen. In der Zunge verlaufen diese Muskeln bis zur Spitze. Der Genioglossus wird von zwei winzigen Bündeln gebildet, welche auf dem breiten Mylohyoides aufliegen und in der Nähe des Zungenbeines in einen ganz kleinen Bezirk der Zunge eintreten. Weitere äussere Muskeln

*) Leçons d'Anatomie comparée, seconde édition, Tome IV, première partie.

**) Edentaten.

kommen nicht vor, indem die Styloglossi fehlen und ein Glossopalatinus nicht aufgefunden werden konnte.

Was die inneren Zungenmuskeln betrifft, so sind die Transversi und Perpendiculares freilich in sehr veränderter Form vorhanden. Cuvier giebt am angeführten Orte an, dass die Zunge aus zwei nebeneinanderliegenden Hohlcylindern von Ringmuskeln bestände, in welchen die longitudinalen Fasern enthalten seien. Wie aus der Haltung aller seiner Angaben über die Zunge der Wirbelthiere hervorgeht, hat er dieselbe nicht auf mikroskopischen Schnitten untersucht, er hat also wahrscheinlich ein Präparat von M. jubata vor sich gehabt, an welchem sich die bekannten Verhältnisse wohl mit unbewaffnetem Auge erkennen lassen. Hierin mag wohl die Abweichung unseres Befundes ihren Grund haben. Uns stand nur ein Exemplar von M. tamandua von $10^{1}/_{2}$ Par. Zoll Rumpflänge zu Gebote und an diesem fanden sich folgende Verhältnisse vor.

Die Zunge war $2^{1}/_{4}$ Par. Zoll lang, besass ein dickeres Wurzelstück von 10''' Länge, dessen Oberseite durch eine von Epithelium gebildete Kante abgegrenzt platt war. In der Mitte dieser platten Fläche zeigten sich einige seichte Sagittalfurchen; vor diesem Theile verdünnte sich dieselbe nach vorn zu einem cylindrischen, oben und unten mit einer seichten Längsfurche gezeichneten Faden. Im hintern Theile des Wurzelstückes tritt der Genioglossus ein und tritt ohne sich auszudehnen gegen den Rücken. Im obern Drittel der Zunge liegt ein Transversus, dessen obere Fasern sich in der Gegend des untern Randes der genannten Epithelialleiste ansetzen. Von einem Septum haben wir in der ganzen Länge der Zunge keine Spur bemerkt, vielmehr gehen alle Fasern der einen Seite ununterbrochen in die der andern Seite über.

Neben dem Genioglossus kommen nun perpendiculäre Fasern vor, welche ebenfalls rarificirt sind. Ein grosses Bündel (Fig. II. 1) steigt dem Genioglossus angeschmiegt abwärts, biegt sich aber am untern Zungenrande angelangt lateralwärts und geht in eine Sehnenmasse (2) über, welche der Schleimhaut dicht anliegend bis gegen die untere Grenze des Ansatzes des Transversus hinaufsteigt (3). Andere perpendiculäre Fasern (4) entspringen dicht neben den eben genannten von der Schleimhaut der Rückenfläche, biegen sich aber noch im Transversus liegend stark nach aussen und gehen an der untern Grenze vom Ansatze des Transversus in die eben beschriebene Sehnenplatte über. Auf diese Weise bildet der Perpendicularis mit den beiden gesonderten Partien vermittelst eines Sehnenrohres

einen Hohlcylinder, welcher von longitudinalen Muskeln und Nerven ausgefüllt ist. Dieses sehnige Rohr ist vielleicht von Cuvier für muskulös gehalten worden, wird auch möglicherweise bei M. jubata ganz von Muskelfasern gebildet. Bei M. tamandua besteht es aber, soweit es die Schleimhaut berührt, nur aus Sehnenmasse. Das innere Bündel perpendiculärer Fasern setzt sich ganz hinten am Zungenrande eine kurze Strecke weit der Schleimhaut anliegend muskulös fort. Auf Fig. II. ungefähr bis 2. Aber auf Frontalschnitten, welche nur eine halbe Linie weiter nach vorn lagen, als der in Fig. II. gezeichnete, ging die Muskelmasse schon an der Stelle, wo sie die Schleimhaut berührte, in Sehnen über.

Eine besonders auffallende Erscheinung bieten transversale Muskelfasern, welche im Niveau des untern Theiles des Seitenrandes der Zunge quer durch den Genioglossus hindurch traten (Fig. II. 5). Sie gingen lateralwärts in die genannte Sehne über und medianwärts ohne Unterbrechung durch ein Septum in einander über. Diese Fasern kommen nur auf einem sehr beschränkten Bezirke vor, indem vor und hinter dem Eintritte des Genioglossus, der höchstens zwei Linien in der Länge misst, nichts davon bemerkt wurde. Ihrer Bedeutung nach sind sie wohl für einen Theil des Transversus anzusprechen. In diesem Theile der Zunge umgeben die transversalen Fasern die ganze freie Oberfläche derselben. Von den Längsmuskeln liegen die mächtigsten Bündel (Fig. II. 6), unmittelbare Fortsetzungen der Sternoglossi, in dem besprochenen Sehnenrohre seitwärts unter dem Transversus. Viel schmalere Bündel (7) liegen zwischen den Ansatzsehnen des Transversus. Eine andere Lage starker Longitudinalfasern liegt am Zungenrücken; es ist uns nicht gelungen, mit Sicherheit festzustellen, woher diese kommen, jedoch spricht der Umstand, dass dieselben weiter nach hinten allmälig stärker werden, dafür, dass sie ausserhalb der Zunge ihren Ursprung haben; vielleicht sind es Reste des Hyoglossus.

Unmittelbar unter dem Transversus liegt eine bedeutende Anzahl verhältnissmässig starker Nervenbündel und ebenso zwischen dem Genioglossus und den nächstliegenden Fasern des Perpendicularis. Neben den letzteren sind auch Gefässe zu beobachten. Da eine grosse Menge kurzer Lingualfasern im vordern Theil der Zunge vorkommt, ist eine starke Anzahl motorischer Nervenfasern erforderlich, wozu noch die sensitiven hinkommen.

Im vordern Theile des Wurzelendes verändern sich die Verhältnisse in der Weise, dass der Genioglossus verschwindet, der Transversus stärker wird und das vorher beschriebene

Sehnenrohr durch hindurchtretende Platten des Perpendicularis getheilt wird. Die longitudinalen Bündel des Sternoglossus vertheilen sich gleichmässig auf der Unter- und Seitenfläche. Oben sind ebenfalls longitudinale Bündel vorhanden. Das sehnige Rohr ist noch vorhanden, aber dünner als am hintern Ende. Zwischen Transversus und untern longitudinalen Bündeln viele starke Nervenbündel.

Der cylindrische Theil der Zunge hat in seiner ganzen Länge folgenden einfachen Bau: Der Transversus fehlt ganz, dagegen durchsetzen drei starke Platten von longitudinalen Bündeln jede Seitenhälfte der Zunge in der Weise, dass dadurch sieben Fächer gebildet werden, in denen die longitudinalen Fasern liegen; ein starkes Sehnenrohr umgiebt das Ganze. Die mittleren stärksten Bündel (Fig. III. 1) entspringen unmittelbar neben einander an der Medianlinie des Rückens und gehen dann divergirend gegen die Unterseite. Sie fassen auf diese Weise einen dreiseitigen Raum zwischen sich, der nur an der Unterseite ein longitudinales Bündel enthält, in der übrigen Länge aber nur Nerven und Gefässe. Das zweite schwächere Bündel (2) entspringt mit dem mittleren Bündel gemeinschaftlich, setzt sich unten entfernter in das Sehnenrohr an und der von ihm begrenzte prismatische Raum verhält sich ebenso wie der erste. Das dritte Bündel entspringt ebenso gemeinschaftlich mit den beiden vorigen und inserirt sich oben an die Seitenfläche der Zunge. Dadurch werden jederseits drei Kanäle gebildet, welche ganz von longitudinalen Fasern, den Lyssae und Nerven und Gefässen angefüllt werden. In der Spitze der Zunge fehlt das Bündel (2) und bleiben somit im Ganzen nur fünf Scheiden.

Die Anordnung dieser Theile ist nun folgende: Von den genannten Perpendiculares, welche sämmtlich ihren Ursprung an der Medianlinie des Zungenrückens nehmen, werden sieben Hohlräume gebildet, von welchen die beiden seitlich am Zungenrücken liegenden im Frontalschnitt rundlich sind, die fünf anderen Dreiecke mit einer scharfen Spitze und gerundeten Basen darstellen. In den erstgenannten zwei oberen Röhren liegen keine Nerven, dagegen in den fünf anderen, und zwar finden sich diese in der zugeschärften Kante des dreiseitig prismatischen Rohres. An der Basis der Fächer, also an der Sehnenhaut anliegend, finden sich die longitudinalen Muskeln und die Lyssae, und zwar so, dass die letzteren (Fig. III. 4) zunächst die Sehnenhaut berühren. Die Lyssae beginnen mit ihrem spitzeren hintern Ende da, wo das Wurzelende in den cylindrischen Theil übergeht, und gehen bis in die äusserste

Spitze der Zunge vor. Die Form derselben zeigt sich auf verschiedenen Querschnitten verschieden. An einigen Stellen ist sie rundlich; die bindegewebige Masse wird dann so von den Muskelbündeln umfasst, dass nur eine kleine laterale Fläche, da wo sie die Sehnenhaut berührt, von den Muskeln unbedeckt bleibt. An anderen Stellen ist die Lyssa in der ganzen Länge der Basis eines jeden Rohres in Berührung mit der Sehnenhaut und schickt medianwärts einen dünnen Fortsatz in die Muskelmasse hinein, so dass der Querschnitt dem eines Nagels mit kurzem Körper und breitem Kopfe gleicht.

An anderen Stellen findet sich dieser Fortsatz seitwärts. Da die Zunge gekocht wurde, die Muskeln also in sehr retrahirtem Zustande hart geworden sind, so ist es unmöglich, mit Bestimmtheit anzugeben, welche Form die Lyssae in natürlichem Zustande haben, wahrscheinlich ist es die cylindrische und der Körper wird von den Longitudinalmuskeln an seiner innern Seite umfasst. Bei gekochten Raubthierzungen behalten die Lyssae ihre cylindrische Form, weil sie hier allseitig von Muskeln umgeben sind und bei der Siedehitze comprimirt werden. Wir finden sie auch bei langen und dünnen Zungen, wie beim Maulwurf, auf Frontalschnitten rundlich, beim Ameisenlöwen, bei dem sie nur an einer Seite dem Muskeldrucke ausgesetzt sind, nehmen sie beim Kochen der Zunge unregelmässige Formen an.

Was die Structur betrifft, so stimmten die Bilder, welche unsere Präparate lieferten, am meisten zu der Beschreibung, die Brühl *) gegeben hat. Ein netzförmiges Gerüst von Bindegewebsfasern durchsetzt das Innere eines von einer dünnen Membran gebildeten Hohlraums. In den Lücken findet sich ein vollkommen durchsichtiges Parenchym, in dem nur die Querschnitte feiner Fasern bemerkbar sind, nirgends fand sich die geringste Spur von fetthaltigen Zellen, wie sie in der Lyssa der Hunde vorkommen **). Die Lyssae der Ameisenfresser unterscheiden sich hauptsächlich durch die dünne Scheide von denen der Raubthiere.

Die longitudinalen Muskeln, welche noch immer Fortsetzungen der Sternoglossi sind, bilden demgemäss rinnenförmige Körper von verschiedener Form, welche die Lyssae auf ihrer medialen Seite umfassen. Im vordern Theile der Zunge scheinen sie sich mit zahlreichen Sehnen an die Scheiden der Lyssae anzusetzen, doch können wir wegen Mangel an Material keine

*) Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1850.

**) Virchow's Archiv. Band VII. pag. 70 u. 571.

bestimmten Angaben über diesen Punct machen. Da aber die Lyssae in der vordern Spitze der Zunge breiter wurden und hier grösstentheils die Sehnenhaut bedeckten, so ist es wahrscheinlich, dass die longitudinalen Muskeln sich an die Lyssae, nicht an die Sehnenhaut ansetzen, wie die Perpendiculares.

Die Formveränderungen und Bewegungen der Zunge lassen sich aus dem Gesagten mit Leichtigkeit ableiten. Die Structur ist sehr einfach; zwei Systeme von Fasern stehen in antagonistischem Verhältniss zu einander, ein System von longitudinalen Fasern und ein zweites, dessen Fasern in Ebenen verlaufen, die rechtwinklig auf das erste treffen. Die letzteren verringern den senkrechten und queren Durchmesser der Zunge, verlängern also die Längsachse derselben; sie wirken von der Medianlinie des Zungenrückens aus auf drei sagittal verlaufende Linien des Seiten- und Unterrandes. Die Möglichkeit der Verlängerung wird vergrössert dadurch, dass sie nicht von anderen Muskelbündeln durchflochten sind, welche die Verdickung der Bündel bei ihrer Verkürzung hindern können. Da wo sämmtliche perpendiculäre Muskeln nahe neben einander liegen, findet sich nur wenig lockeres Bindegewebe zwischen ihnen. Bei der Contraction der perpendiculären Muskeln, also bei der Verlängerung der Zunge, werden sich wahrscheinlich sechs vertiefte Furchen seitlich und unten längs des Cylinders bilden, indem das intermusculäre Bindegewebe der Lyssae und der Longitudinales zwischen den Insertionslinien der Perpendiculares vorgetrieben wird.

Die Bedeutung der Lyssae, über die bekanntlich viel gestritten worden ist, wird durch ihr Vorkommen in der Zunge der Myrmecophagen in das klarste Licht gestellt. Es sind bindegewebige Röhren, die neben der Fähigkeit, sich zu verlängern und zu verkürzen, eine gewisse Starrheit besitzen, vermittelst deren sie als Stützstäbe der Zunge wirken können. In der That würde eine Zunge, die sich um das Doppelte verlängern kann und dabei weniger als eine Linie im Durchmesser hat, auf keine andere Weise mehr Festigkeit erlangen.

Die longitudinalen Muskeln haben, wenn sie sämmtlich wirken, die einfache Aufgabe, die verlängerte Zunge zu verkürzen. Da diese Verkürzung ebenso wie die Verlängerung sehr bedeutend ist, so sind dieselben über die Zunge hinaus und die halbe Körperlänge nach hinten verlängert, wodurch sich ihre Hubhöhe in entsprechendem Maasse vergrössert. Wirken einzelne longitudinale Bündel, so biegen sie die Zunge nach ihrer Seite. Die Biegung der Zunge nach oben wird durch zwei paarige Muskeln ausgeführt, die Biegung nach unten

durch Einen in der Medianlinie liegenden. In der Zungenwurzel liegt die überwiegende Anzahl Längsfasern in der untern Hälfte der Zunge, und so finden wir, wie bei fast allen Säugern, auch hier ein Uebergewicht der Krümmung der Zungenspitze nach unten. Beim Kochen wickelte sich die Zunge zu einer regelmässigen Spirale auf, wobei der Zungenrücken nach aussen gewendet war.

Die vorstehende Arbeit habe ich auf der Marburger Anatomie unter Leitung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor Claudius, ausgeführt. Mit der grössten Bereitwilligkeit und Freundlichkeit unterstützte mich derselbe in jedem Theile meiner Arbeit, und es ist mir eine angenehme Pflicht, demselben hier öffentlich meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Frontalschnitt der Zunge des Hasen vorn im Bereich des Eintrittes des Genio-glossus.

1. Epithelium. 2. Papillen der Schleimhaut. 3. Genioglossus. 4. Perpendicularis. 5. Longitudinalis. 6. Styloglossus. 7. Transversus.

Fig. II. Frontalschnitt der Zunge von Myrmecophaga tamandua ganz hinten im Eintritt des Genioglossus.

1. Perpendicularis. 2. Sehnenscheide unter der Schleimhaut. 3. Oberes Ende derselben in der Gegend des Eintrittes vom Transversus. 4. Oberer Ansatz des Perpendicularis. 5. Untere transversale Fasern. 6. Sternoglossus. 7. Longitudinale Bündel zwischen den Ansatzsehnen des Transversus. 8. Obere Längsfasern vielleicht vom Hyoglossus herrührend. 9. Nerven und einige Gefässe.

Fig. III. Frontalschnitt des cylindrischen Theils der Zunge in der vordern Hälfte.

1. Mittlere perpendiculäre Bündel. 2 u. 3. Seitliche perpendiculäre Bündel. 4. Lyssa. 5. Longitudinale Bündel. 6. Nerven und Gefässe. 7. Sehnenscheide.

Ueber die Sandgeschwulst.

Von

Dr. H. Wiedemann in Göttingen.

(Hierzu Tafel V.)

Die nachstehende Arbeit habe ich auf Anregung des Herrn Prof. Krause im Göttinger pathologischen Institute unternommen und sage ich meinem verehrten Lehrer für seine freundliche Unterstützung den besten Dank.

Im Jahre 1856 wurde es bekannt, dass H. Meckel von Hemsbach (Mikrogeologie, herausgegeben vou Billroth, Berlin 1856. S. 264) zwei Fälle des von ihm so genannten Acervuloma oder der Sandgeschwulst beobachtet hatte. Beide fanden sich im Gehirn, wie aus der unten folgenden Berichterstattung hervorgehen wird, und bestanden aus Bindegewebe, zahlreichen oder sparsamen Capillargefässen und Sandkörnern. Unter letzterer Bezeichnung sind im Folgenden mikroskopische Kugeln von kohlensaurer Kalkerde zu verstehen, die in eine concentrisch geschichtete, stickstoffhaltige Grundsubstanz incrustirt ist.

Nach ihrem Sitz kann man Sandgeschwülste des Gehirns und der Dura mater unterscheiden. Von beiden finden sich schon in der älteren Literatur Beispiele. Die ersteren sind hier vorangestellt.

Bergmann (Neue Untersuchungen über die innere Organisation des Gehirns. Hannover 1831. S. 14) giebt Folgendes an. Bei einer durch Epilepsie blödsinnig gewordenen Frau habe sich am Boden des linken Ventrikels, dicht hinter dem Hakenbündel, neben dem Sehnerven, einige Linien breit von der Rindensubstanz bedeckt, ein harter Körper gefunden, der

bis in's vordere Hirn hineinragte. — Von der ihn umschliessenden Hirnsubstanz getrennt, habe er sich von der Grösse einer Wallnuss gezeigt, 3 Drachmen 27 Gran gewogen und aus einem dichtgedrängten Conglomerat heller, kugelrunder, sandartiger Körper bestanden, die durch eine weiche, entartete Hirnsubstanz von lehmgelblicher Farbe und Consistenz zusammengehalten worden seien. Durchbrochen zeigte sich nach einer Seite hin eine kleine Höhle, die einer Druse ähnelte. Der Glomus habe mit dieser grossen Sandmasse nicht in Verbindung gestanden. An beiden Plexus hätten sich noch Hydatiden gefunden, und beide hätten die gleichen Sandkörner enthalten.

Arlidge — (British and foreign Medico-chirurgical Review. Octob. 1854. pag. 476) — fand Sandkörner von Hirsekorngrösse in den grossen Centralstielen, die dadurch ein fleckiges Ansehn bekamen, bei einem 51jährigen Manne, der an sehr qualvollen Wahnvorstellungen gelitten, wie dass er sollte bei lebendigem Leibe geröstet werden, der standhaft die Nahrungsaufnahme verweigert hatte, von fortwährender Unruhe geplagt war und schliesslich erschöpft zu Grunde ging. — Die sonstige Hirnsubstanz zeigte sich gesund; an den Meningen boten sich Zeichen alter Entzündung. Die Dura mater war fest mit dem Knochen verwachsen; Pia und Arachnoidea waren opak und sehr verdickt, die Pacchionischen Granulationen gross, die Schädelknochen verdickt.

Er erwähnt ferner einen Fall, wo in einem ausgedehnten, oberflächlichen, gelatinösen, röthlich-gelben Erguss (effusion) oberhalb der beiden Grosshirnhemisphären, der sich bei einer mit Chorea behafteten jungen Frau fand, neben amyloiden Körperchen auch solche Kalkconcremente angetroffen wurden.

Meckel (a. a. O.) beschreibt zwei Fälle von Sandgeschwulst der Hirnsubstanz.

Der eine betrifft einen 40jährigen, mehrere Jahre epileptischen Geisteskranken, in dessen grossem Gehirn sich am grossen Keilbeinflügel, von dem aus eine kleine Exostose spitz gegen die Gehirnwindung eindrang, ein haselnussgrosses Stück Gehirnwindung bis in die weisse Substanz ganz in eine graue, fast sandige, mörtelartig schwer zu schneidende Masse verwandelt zeigte; darin viel Capillaren, mässig viel Bindegewebe. Im zweiten Falle fand sich im rechten Streifenhügel eines bis dahin gesunden, kräftigen jungen Mannes, der plötzlich unter Symptomen von Spinalarachnitis erkrankt war und bald zu Grunde ging, eine wallnussgrosse, sandig-harte, unregelmässige Geschwulstmasse. Sie bestand aus feinen, jungen, zahlreichen

Spindelzellen, für Bindegewebsneubildung sehr viel Capillaren, zum grössten Theil aus Sand.

Bamberger (Würzburger Verhandl. Bd. VI. S. 326. 1856) thut eines Falles nähere Erwähnung, der jedenfalls hierher zu rechnen und zumal seiner ausgesprochenen Symptome wegen bemerkbar ist. Er führt ihn auf unter dem Titel: Eigenthümliche Concretionen im Gehirn und an den Hirnarterien. Es fanden sich nämlich bei einer 34jährigen Frau, über die anamnestisch weiter nichts festzustellen war, als dass sie seit mehreren Jahren blödsinnig war — auf der Durchschnittsfläche des blutarmen, blassen Gehirns zahlreiche, den Gefässchen entsprechende, feinsten Drahtspitzen ähnliche, emporstrebende Fäden, die sich ganz rauh anfühlten und leicht in der Länge von $1/4$ — 1‴ aus dem Gehirn herauszureissen waren; — an ihnen hing dann ein kleines Stück eines dem Anscheine nach normalen Gefässes, und dieses setzte sich wieder in ein gleich langes verknöchertes fort; doch waren sie ganz deutlich mit Blut erfüllt. In beiden Streifenhügeln lagen, den grauen Strängen zwischen der weissen Substanz entsprechend, mehrere längliche, weizenkornähnliche, blassbraune, oberflächlich rauhe, knochenartige Concretionen. Unter dem Mikroskop bestanden sie aus Incrustationen theils einfacher, etwa blutkörperchengrosser, theils concentrisch geschichteter und in Drusen zusammengebackener Körperchen. Eine eben solche Beschaffenheit zeigten bei genauerer Untersuchung die verknöcherten Stellen der Gefässe, die förmliche incrustirte Scheiden darstellten, innerhalb welchen die Gefässe verliefen, deren Häute nicht wesentlich verändert waren. — Die Seitenventrikel durch klares Serum erweitert, das Ependyma verdickt; ausserdem Medullarkrebs des Bauchfells, der Leber und des Magens, hämorrhagische Flüssigkeit im Bauchfellsack.

Bamberger meint, die Entstehungsweise dieser Incrustationen sei vollständig unklar; von atheromatöser Entartung sei jedenfalls Abstand zu nehmen, da die Veränderungen nicht von den Gefässhäuten ausgingen.

Ausser dem bereits erwähnten gänzlichen Darniederliegen der geistigen Thätigkeit bei der betreffenden Person boten sich noch Erscheinungen hochgradiger Schwäche aller Extremitäten ohne eigentliche Lähmung, ferner unwillkürlicher Abgang der Entleerungen bei guter Verdauung; zeitweise, besonders Nachts, erfolgten heftige, epileptische Anfälle. Die Functionen der Sinnesorgane schienen normal.

Rokitansky (Pathol. Anat. 1856. Bd. II. S. 472. Fig. 40) giebt Abbildungen aus einem „Herde“ in dem Streifenhügel, wo die Gehirnmasse durch eine namhafte Anhäufung solcher mit dem Zirbelsande nach Grundlage und Wesen identischer Gebilde substituirt erschien. — In seinem Falle sind die Sandkörner zu ansehnlichen Drusen zusammengebacken, die Rokitansky neben einzelnen mit dem charakteristischen concentrischen Bau in der Zeichnung wiedergiebt. Die ganze Masse sei von einem Gerüste durchsetzt gewesen, welches aus Gefässen und fasrigen Bindegewebssträngen bestanden. Rokitansky legt ferner Gewicht auf die Bindegewebswucherung, die sich in solchen Stellen fände und worin die Trümmer der Nervenröhrchen verknöcherten. Er will in solchen Bildungen stets die Gefässe scheidenartig von solchen Incrustaten umlagert gesehen haben, wie seine Abbildung solche auch zeigt. Dieser Fall hat mit dem vorigen viel Aehnlichkeit, nur scheint im ersteren die Degeneration im Gehirn noch diffuser gewesen zu sein.

Fälle von Sandgeschwulst der Dura mater finden sich in der ältern Literatur fast gar nicht verzeichnet; wenigstens muss es zweifelhaft bleiben, ob diejenigen Beobachtungen, die man etwa hierher zählen könnte, nicht vielmehr Sarcome, Epitheliome, Carcinome und dergl. gewesen sind, in denen sich nur zufällig Ablagerungen von Kalksalzen gefunden haben.

Wahrscheinlich indessen gehört hierher ein Fall von Andral (Clinique médic. Paris 1840. Tom. V. pag. 5), der bei einem 47jährigen, dem Trunke ergebenen Manne eine „osteofibröse“ Geschwulst von der Grösse eines Hühnereies auf der innern Fläche des Tentorium cerebelli fest aufsitzend fand. Sie hatte den hintern linken Lappen der Grosshirnhemisphäre zurückgedrängt, doch weiter nicht alterirt, und andererseits einen Druck auf den linken Lappen des kleinen Gehirns ausgeübt, dergestalt, dass sein Volumen verringert war und seine Substanz eine ungewöhnliche Härte angenommen hatte. Doch standen weder das grosse noch das kleine Hirn in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Tumor. — Er ging offenbar von der Dura mater aus; man fand ihn zusammengesetzt aus Bindegewebsbündeln (paquets de fibres blanchâtres), ähnlich denen der Uterusfibroide, die sich in verschiedener Weise kreuzten; aber meistens begegnete man beim Einschneiden hier und da in seinem Inhalte (dans son épaisseur) Ablagerungen kalkiger Massen. — Von der Structur dieser wird nichts gesagt.

Der Tod des Patienten war erfolgt unter den Symptomen einer heftigen Apoplexie, deren ausgedehnter Sitz sich in der rechten Grosshirnhemisphäre befand.

Das Entstehen der Geschwulst könnte man geneigt sein, von einem Falle herzuleiten, den Pat. etwa vier Jahre vor seinem Eintritt in das Hospital auf den Hinterkopf erlitt, nach dem sich zwar im Anfang nichts Besonderes einstellte, später aber das Gefühl eines dumpfen Schmerzes gegen die linke Seite des Hinterhauptes hin eintrat; — der Schmerz gewann übrigens nie eine bedeutende Heftigkeit. Weiterhin stellten sich jedoch Erscheinungen ein, die unzweifelhaft von der Geschwulst herzuleiten sind. Von Zeit zu Zeit traten Betäubungen ein, die selbst mehrere Male von einer vollständigen Bewusstlosigkeit begleitet waren, welche sich jedoch in keinem Falle über einige Minuten ausdehnte. — Plötzlich indessen wurde, ohne dass der Kranke Vorboten bemerkte, der Rumpf der Sitz eines heftigen, schmerzhaften, Tetanus-ähnlichen Anfalles, dem sich mehrere anreihten und nach denen im rechten Arme Schwäche zurückblieb. Fernerhin wurden die freien Intervallen der Anfälle kürzer, und der rechte Arm wurde vollständig gelähmt. Unmerklich verlor auch die rechte untere Extremität die Fähigkeit sich zu bewegen, doch bemerkte man keine convulsivische Bewegung in dem Gliede. Im Uebrigen war der Zustand des Pat. bei seiner Aufnahme in's Hospital kein besonders abnormer, doch wiederholten sich noch die Anfälle dort am Tage vor seinem Tode.

Dieser Fall wäre insofern interessant, als er einer der wenigen ist, wo die Sandgeschwulst bedeutende Veränderungen im Gehirn und in Folge dessen auch im übrigen Körper hervorgerufen hat.

In neuerer Zeit beobachtete Wedl (Grundzüge der pathol. Histologie. Wien 1854. S. 406) unter dem parietalen Blatte der Arachnoidea ausgebreitete Zellgewebsneubildungen, mit mehr oder weniger entwickelten neuen Gefässen, die manchmal eine eigenthümlich sackartige, wie aufgeblähte Form darin annahmen, allerdings nicht grade in Form eines Tumors, sondern als einen dünnhäutigen, orangegelben Beleg von lockerer Consistenz, in welchem sich neben plattovalen, bräunlichen Elementen, Pigmentkörnern, Epithelial- oder Bindegewebszellen concentrisch geschichtete, theils nackte, theils von colloider Masse eingekapselte, runde Körperchen fanden, deren mikroskopisches und chemisches Verhalten ganz dem der Sandkörner entsprach. — Wedl betrachtet das Ganze als eine Bindegewebsneubildung, in der, wie häufig in solchen organisirten Exsu-

daten an den Hirnhäuten, anorganische Elemente sich fänden. In wie weit diese Art von Geschwulstbildung mit den eigentlichen Sandgeschwülsten identisch ist, ist schwer zu entscheiden. — Wedl's ganze Beschreibung seiner Beobachtung spräche nicht gegen diese Annahme, obgleich er, freilich mit Hinzufügen, dass sich platte Bindegewebs- und Epithelialzellen nicht scharf scheiden liessen, doch geneigt scheint, die platt-ovalen oder polygonalen, bräunlich gefärbten Elemente, die mit den Bindegewebsbündeln, in denen sie eingebettet lagen, den wesentlichen Bestandtheil der Neubildung ausmachten, als Epithelialzellen gelten zu lassen.

Lambl (Aus dem Franz-Josef-Kinder-Spitale in Prag v. Löschner u. Lambl, 1. Th. 1860. pag. 59. Taf. 6, Fig. 3) theilt einen Fall von einer Geschwulst der Dura mit, die er als ein Sarcom anspricht, die jedoch seiner Beschreibung nach eher in die Reihe der Sandgeschwülste zu stellen sein dürfte. Sie fand sich bei einer 78jährigen Frau, deren Section beiderseitige Pneumonie, obsolete Lungentuberkulose und Pleuritis, ferner Hypertrophie, Sklerose und Ektasie der Aorta, chronische Magengeschwüre und Narben und parenchymatöse Nephritis ergab, — an der Crista galli breit aufsitzend, halberbsengross. — Das Gewebe der Geschwulst, ungemein locker, sei so zu sagen in einen Brei von scharf differenzirten Zellen zerfallen, die grossentheils der Epithelschicht der Arachnoidea entsprechen, wogegen ein kleinerer, Stroma bildender Antheil aus sehr langen ein- und mehrkernigen Faserzellen bestanden habe. — Aus der Zeichnung sei ersichtlich, wie die Epithelzellen concentrische Nester und Bruträume, wie beim Epitheliom der allgemeinen Decken, bildeten. Der Kern des Zellennestes schlösse häufig Kalk-Incrustate ein von derselben Physiognomie wie die im Plexus. Wurden die Kalkmassen isolirt, so blieb an denselben, gleichviel ob sie einfache Kugeln, oder Agglomerate von solchen, oder walzen- oder sternförmige Körper darstellten, immer ein heller Saum von gleichartiger organischer Substanz, der alle Oberflächen des eingeschlossenen Körpers überzog. — Hier und da seien statt Incrustaten grosse mehrkernige Zellen aufgetreten (ähnlich den Markzellen des fötalen Knochens und der Epulis), die sich sehr leicht hätten isoliren lassen. Die langen Faserzellen begleiteten den Verlauf der spärlichen Gefässe, welche die Neubildung durchsetzten.

Hervorgehoben wird ausserdem seniler Ventricularhydrops mit reichlicher Incrustation und Varicositäten in den Plexus choroidei, ferner Verdickung des Ependyms der Seitenventrikel mit zahlreichen Corpora amylacea.

Wenn durch nichts Anderes, so könnte man schon durch die Betrachtung der von Lambl gegebenen Zeichnung auf die Vermuthung geleitet werden, dass hier eine Sandgeschwulst vorliege, da die Kalkmassen in Allem eine auffallende Aehnlichkeit mit den in der Sandgeschwulst vorkommenden Sandkörnern bieten. Indessen stimmt auch die Beschreibung des Lambl'schen Falles ganz gut mit der Annahme einer Sandgeschwulst überein.

Tüngel (Klinische Mittheilungen von der medic. Abtheilung des allgem. Krankenhauses in Hamburg aus dem Jahre 1859. Hamburg 1861. S. 81) giebt Bericht von einer grösseren Geschwulst ausser zwei kleineren, unter der Bezeichnung: Sarcome, die vielleicht alle drei in die Kategorie der Sandgeschwülste zu stellen sind. Die Geschwülste gingen sämmtlich von der Dura mater aus. Die erste hatte ihren Sitz nahe dem Porus acusticus internus, ohne einen Eindruck in die Hirnsubstanz zu machen; die zweite gegenüber der Mitte der linken Hemisphäre des Grosshirns mit einem seichten Eindruck. Diese beiden waren nur etwa kirschkerngross und hatten keine Erscheinungen im Leben hervorgerufen Von der dritten findet sich eine nähere Beschreibung, weil sie von bedeutenderer Grösse war und offenbar Symptome im Leben veranlasst hatte. Sie fand sich bei einer Frau von 58 Jahren, die lange an heftigem Kopfweh und Schwindelanfällen gelitten hatte. Der Schwindel nahm in der letzten Zeit so zu, dass sie nicht mehr allein gehen konnte. Sie hatte im Laufe der Zeit eine Parese der linken Gesichtshälfte und des linken Arms bekommen. Ihre Intelligenz hatte allmälig gelitten, und sie war nicht im Stande, etwas verwickeltere Verhältnisse zu übersehen, sprach aber nie verkehrt. Die Sprache war etwas undeutlich, die Zunge war beim Hervorstrecken etwas nach rechts gerichtet; das rechte Auge war schwächer, das rechte Ohr dagegen das stärkere. — Während ihres zweijährigen Aufenthaltes im Krankenhause blieb sich ihr Zustand im Wesentlichen gleich, nur litt sie die letzte Zeit an heftigem rechtsseitigen Gesichtsschmerz. — Bei der Section erschien die Arachnoidea wenig getrübt, die Hirnwindungen abgeplattet, obwohl das Gehirn nicht hervorquoll. Die Ventrikel waren erweitert, mit klarem Wasser erfüllt; der Blutreichthum des Gehirns war nicht bedeutend. Unter dem Tentorium cerebelli in der linken Hälfte der hintern Schädelgrube befand sich eine hühnereigrosse, weisse Geschwulst, fest mit der Dura und dem Knochen verbunden, mit der zusammengedrückten linken Hemisphäre des kleinen Hirns nur vermittelst der Hirnhäute zusammenhängend. — Die Ge-

schwulst enthielt deutliche Blutgefässe und war beim äussern Ansehen einem Markschwamm ähnlich. — Die Hirnsubstanz war an einzelnen Stellen sehr weich, an anderen etwas zähe, hatte entschieden aber nur durch den Druck der Geschwulst gelitten. An den Nervenursprüngen war keine Abweichung zu bemerken. Der Knochen war in der Umgebung der erkrankten Stelle verdickt und wie aufgebläht. Der Befund der übrigen Organe deutete auf vorzeitigen Marasmus; die Lungen waren serös infiltrirt; die Blase und das Nierenbecken zeigten die Erscheinungen eines chronischen Katarrhs.

Die mikroskopische Untersuchung ergab bei allen drei Geschwülsten im Wesentlichen dieselbe Structur, Bindegewebsfasern, spindelförmige Zellen und reichliche rundlich-ovale, concentrisch geschichtete Kalkablagerungen und Kalkincrustationen grösserer Bindegewebsbündel. In der grössern Geschwulst waren an den weichen Stellen die spindelförmigen Zellen vorherrschend; in der einen kleineren Geschwulst war neben der Kalkincrustation wahre Knochenbildung in der Geschwulst selbst vorhanden.

Es kann nach Diesem wohl keinem Zweifel unterliegen, dass diese Geschwülste, zumal die grössere, unter die Sandgeschwülste zu stellen sind. — Der Bau der Geschwulst im Ganzen und Grossen, die einzelnen Bestandtheile derselben, der Sitz, die Nebenumstände, wie Verdickung des Knochens in der Nähe des Tumor, die Spuren chronischer Entzündung deuten mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf hin. Hinsichtlich des klinischen Bildes hat dieser Tüngel'sche Fall wohl am meisten Aehnlichkeit mit dem oben erwähnten von Andral.

Hieran schliesst sich eine Geschwulst, die W. Krause (Göttinger Nachrichten 1863. 9. Septbr. S. 338, sowie Zeitschrift für prakt. Heilkunde u. Medicinalwesen für Norddeutschland. Jahrg. 1864. 1. Bd. S. 5) beobachtete und die F. Lüning (Dieselbe Zeitschrift 25. April 1864. S. 245. „Ueber eine eigenthümliche Geschwulst in der Schädelhöhle") näher untersuchte und beschrieb. — Sie fand sich bei einer 71jährigen Frau, die an Pneumonie zu Grunde ging, sass auf der innern, dem Gehirn zugewandten Fläche der Dura der linken Seite der Pars frontalis des Stirnbeins mit breiter Basis fest auf, ungefähr eigross, mit höckriger Oberfläche, besetzt mit kleinen grauen Körnern von Sandkorngrösse (s. die Tafel Fig. 1). An einigen Stellen drang sie in den Knochen hinein und ragte einige Linien über das Niveau der Knochenfläche hervor. Die Dura mater, im Umfange der Geschwulst verdickt, war in zwei

Lamellen gespalten, zwischen denen die Hauptmasse des Tumor lag; die Pia mater und Arachnoidea waren nicht verändert; das Gehirn zeigte einen nicht unbedeutenden Eindruck an der der Geschwulst entsprechenden Stelle. — Die Geschwulst war von mässiger Härte und lieferte auf dem Durchschnitt einen körnigen Inhalt. Dieser erwies sich bei der mikroskopischen Untersuchung als aus zahlreichen, theils kugeligen, theils cylindrischen, birn-, sanduhr- oder zapfenförmigen Gebilden bestehend (s. die Tafel Fig. 2), von concentrischer Schichtung, eingebettet in einem Stroma, welches aus festem, fibrillären Bindegewebe und spindelförmigen Zellen bestand. — Chemisch waren die concentrischen Körperchen aus kohlen- und phosphorsaurem Kalk zusammengesetzt, welcher in organischer Grundsubstanz, der die eigentlich concentrische Schichtung (s. die Tafel Fig. 3) angehört, abgelagert erschien. — In den benachbarten Partien der Dura mater hatten sich noch eine Menge secundärer kleiner Geschwülste gebildet, die jedoch vollständig die gleiche Beschaffenheit zeigten, wie die grössere. Die Falx cerebri war in beträchtlichem Umfange in echten Knochen verwandelt, indessen durchaus unabhängig von der Neubildung.

Förster (Handb. d. pathol. Anat. 1863. S. 573) bemerkt, dass unter den Concrementen des Gehirns diejenigen besonders ausgezeichnet sind, welche grösstentheils aus denselben concentrisch geschichteten Kalkkugeln bestehen, die den Zirbelsand bilden. Dieselben finden sich zuweilen in der Hirnmasse, besonders in den Streifenhügeln, in Form ansehnlicher Herde.

Bennett (The Lancet. Vol. II. Decemb. 5. 1863. pag. 645 und 646. Fig. 91—94) giebt Abbildungen aus einem Tumor gleichfalls am Tentorium cerebelli, auf dessen nähere Beschreibung er indessen nicht eingeht; insbesondere zeichnet er eigenthümlich rundliche Gebilde, die er darin gefunden hat. Er nennt sie „amyloid bodies", sagt indessen im Text, wo er über Concretionen handelt, diese Körperchen beständen aus runden, mineralischen Massen, die genau der Stärke glichen. Er stützt sich hierbei also einzig und allein auf das äussere Ansehen und nimmt hier wahre amyloide Degeneration an, die er sorgfältig von seiner wächsernen Degeneration (Speck-Degeneration Rokitansky's) unterscheidet. Die abgebildeten Körperchen stimmen jedoch auffallend in Form und chemischem Verhalten mit denen überein, die man in der uns vorliegenden Geschwulstart antrifft. — So verwandeln sich den Bennett'schen Abbildungen zufolge die Körperchen nach Zusatz von

Essig- oder Salpetersäure in concentrische, von einer mehr oder weniger dicken Kapsel umgebene Kugeln. — Darnach ist es wohl unzweifelhaft, dass diese Geschwulst eine Sandgeschwulst war, wofür ausserdem noch in Etwas der Sitz derselben spräche.

Virchow (Ueber krankhafte Geschwülste, Bd. II. 1864. S. 106) ist durch seine Beobachtungen zu dem Resultate gelangt, diese Geschwülste ebenfalls für eigenthümlich zu erklären, wie es Meckel und Lüning gethan hatten. Er trennt sie von den Sarcomen ab und behandelt sie in seinem Werke unter dem neuen Titel „Psammom".

Er führt aus mehreren Beobachtungen nur zwei Geschwülste an, die beide ihren Sitz an der Basis cranii hatten, indem er bemerkt, dass nur denjenigen an der Basis eine grössere Wichtigkeit beizumessen wäre. — Sie wirkten hauptsächlich durch den Druck, den sie auf die umgebenden Hirntheile oder Nerven hervorbrächten, so dass weniger ihre Grösse, als vielmehr ihre Localität über den Grad ihrer Bedeutung entschiede. Regelmässig entstände eine atrophische Grube an der Hirnoberfläche oder eine Compression der betroffenen Nerven.

Die eine der beiden Geschwülste fand Virchow grade über einer Exostose des Keilbeins, die wahrscheinlich auf eine mechanische Insultation zu beziehen war. Sie habe sich dicht hinter der Crista galli und dem Ansatze der grossen Sichel in der Medianlinie befunden, über kirschengross, habe breit auf der harten Hirnhaut aufgesessen und eine abgeflacht kugelige, ganz schwach lappige, blass-grau-röthliche Hervorragung gebildet. Ziemlich starke Gefässe stiegen von der Basis her auf. Ihr Durchschnitt sei ziemlich dicht, blass, leicht lappig gewesen. Am rechten Vorderlappen ein entsprechender Eindruck.

Der Sitz der zweiten, etwa maulbeergrossen, blass-röthlichgrauen, mässig weichen, körnig lappig aussehenden Geschwulst war im Eingang des Meatus auditorius internus, wo sie die Nn. facialis und acusticus comprimirt und eine Lähmung derselben herbeigeführt hatte.

Zwei Fälle eigener Beobachtung, deren nähere Beschreibung nunmehr folgen soll, wurden bei der Section zweier Kranken gefunden, die auf der medic. Klinik des Herrn Geh. Hofrath Hasse im Winter $18^{64}/_{65}$ behandelt und gestorben waren. In beiden machten die Geschwülste keine Erscheinungen oder Beschwerden, so wenig wie in dem von Lüning

beschriebenen, obgleich namentlich bei dem unten mit Nr. II. bezeichneten die betreffende Kranke lange Zeit genau beobachtet worden war.

Nr. I. Eine 56jährige Kranke starb in Folge von hochgradiger Stenose beider Atrio-Ventricular-Ostien. Die Section ergab ferner: Basis des Gehirns ein wenig blutreich. An der Schädeldecke findet sich oben rechterseits eine seichte Impression, herrührend von einem kleinen, etwa haselnussgrossen Tumor von fasrigem Bau auf der innern Fläche der Dura mater, der jedoch nur einen kleinen Eindruck auf das Gehirn ausgeübt hat. Hirn übrigens unverändert.

Eine nähere Untersuchung des Tumor zeigte Folgendes: Die Geschwulst sitzt mit breiter Basis auf der innern Fläche der Dura mater auf, und zwar an demjenigen Theil derselben, der das rechte Scheitelbein überzieht, etwa 4 Cm. von dem Processus falciformis major entfernt und unterhalb des rechten Tuber parietale. Sie misst von der Basis bis zum höchsten Punkt der Convexität $^1/_2$ Cm.; ihr Längsdurchmesser, der ziemlich in sagittaler Richtung verläuft, beträgt 1,3 Cm., der quere 7 Mm. — Die Oberfläche der Geschwulst ist durchaus glatt, ohne irgend sichtbare grössere oder kleinere Unebenheiten oder Höcker, von blass-gelb-röthlicher Färbung. Sie geht auf den äussern Anblick scheinbar continuirlich in die innere Oberfläche der Dura über, oder ist doch nur durch eine seichte Furche von dieser abgegrenzt. Die äussere, vom Knochen abgezogene Fläche der Dura erscheint an der der Basis der Geschwulst entsprechenden Stelle nicht wesentlich verändert, höchstens etwas verdickt und unebener. — Der Durchschnitt ist überall gleich blassröthlich, etwas körnig; das Gewebe von ziemlich fester Consistenz, in geringem Maasse faserig. — Eine die ganze Geschwulst umhüllende Kapsel ist nicht mit Sicherheit abtrennbar, doch erscheint das Gewebe gegen die Peripherie hin fester, die Fasern dichter aneinander gedrängt. Mit einem leichten Druck ist es möglich, die Geschwulst von ihrer Matrix abzulösen, so dass es scheint, als ob nur dünnes, lockeres Bindegewebe und kleine Gefässe die Verbindung beider vermitteln.

Die mikroskopische Untersuchung ergiebt bei Zusatz von Wasser zunächst stark in die Augen fallende, theils rundliche, theils cylindrische, theils elliptische, auch wohl leicht gebogene Körner von verschiedenster Grösse, an denen sich eine dunkle, stark lichtbrechende Mitte und ein heller Saum unterscheiden lassen (s. die Tafel Fig. 4). Einzelne derselben zeigen schon jetzt an der Peripherie einen, wenn auch undeutlich, concen-

trischen Bau. Sie liegen theils zerstreut, isolirt, theils zu Gruppen vereinigt (s. die Tafel Fig. 5), eingebettet in einem Gewebe, dessen Faserung deutlich hervorspringt; man sieht namentlich gut an einzelnen, mehr freiliegenden Körnern, wie die Fasern sich bogenförmig, buchtig um dieselben anschmiegen.

Ferner zeigt sich, dass der concentrische Saum der Sandkörner meist aus amorpher, gelblich schimmernder Masse, mitunter aber auch aus platten Zellen von polygonaler Form mit kleinen Kernen zusammengesetzt ist. Lösen sich einzelne von den Zellen ab, so kann man deutlicher die kleinen Kerne unterscheiden, die nach Zusatz von Essigsäure sich noch mehr abheben. Noch mehr ist es bei letztern der Fall nach Zusatz von Salzsäure, wodurch unter Auftreten von vielen Luftblasen die Sandkörner ganz durchsichtig werden, und die durchweg concentrische Schichtung klar hervortritt. Diese Erscheinung giebt zugleich den Beweis, dass Kalksalze darin abgelagert sind. Zwischen den Bindegewebsbündeln lassen sich einzelne Gefässe verfolgen, und neben den Bindegewebsfasern treten hin und wieder spindelförmige Zellen mit länglich ellipsoidischen Kernen auf. Incrustirte Bindegewebsbündel sind nicht zu finden, so wenig wie Kalkablagerungen, die scheidenartig die Gefässe umgäben.

Nr. II. betrifft eine 52jährige Frau, die an Diabetes mellitus zu Grunde ging. — An der Basis cranii zeigt sich keine Abnormität. An der innern Oberfläche der Schuppe des linken Schläfenbeines, am hintern Rande der mittlern Schädelgrube findet sich ein etwa wallnussgrosser, von der Dura mater ausgehender Tumor mit weissröthlicher Schnittfläche, der einen tiefen Eindruck in den mittlern linken Hirnlappen gemacht hat. Der darunter liegende Knochen ist etwas porös, die Dura mater in der Umgebung des Tumors etwas hyperämisch, sonst ohne Abnormität. — Die Sinus durae matris sind ziemlich stark mit Blut gefüllt, Pia mater mässig blutreich. Die Substanz des Gehirns ist fest; Marksubstanz etwas grau gefärbt. Die Seitenventrikel enthalten sehr wenig klare Flüssigkeit; ihre Wandungen liegen fast ganz dicht aufeinander. Dritter, vierter Ventrikel, sowie das kleine Gehirn zeigen keine Abnormität.

Bei näherer Untersuchung des Tumors zeigte sich Folgendes: Der Sitz der Geschwulst war genauer an der vordern Fläche des äussern Drittheils der linken Schläfenbein-Pyramide, fast in dem Winkel zwischen dieser und der Schuppe. Die ganze Geschwulst stellt annähernd ein Kugelsegment dar und sitzt gleichfalls mit breiter Basis auf. Der Umfang der Basis ist

demnach eher kreisförmig, als elliptisch, und der Durchmesser beträgt 2,5 Cm., die Höhe 1,2 Cm. Die Oberfläche ist etwas uneben, die Färbung grauröthlich, dunkler als bei der vorigen Geschwulst. Auf dem Durchschnitt zeigt die Substanz der Geschwulst eine intensivere Röthe, als auf der Oberfläche; die Consistenz ist sehr weich, zusammendrückbar, nicht körnig; das Gewebe durchfeuchtet, dem blossen Anblicke nach nicht faserig, eher markähnlich. — Der Theil der Dura, von dem die Geschwulst ausgeht, ist ziemlich verdickt und sehr derb. Der Zusammenhang zwischen beiden erscheint als ein sehr inniger, so dass es nicht gelingt, beide von einander zu trennen, ohne Zerreissung der weichen Substanz der Geschwulst. Indessen ist man nicht im Stande, eine deutliche Gefässverbindung zwischen ihnen zu erkennen. — Eine eigentlich kapselartige Umhüllung der Geschwulst ist auch hier nicht mit Sicherheit abtrennbar, doch ist das Gewebe gegen die Peripherie an den meisten Stellen in der Dicke von etwa 1 Mm. faseriger und fester.

Bei der mikroskopischen Untersuchung erhält man aus der Mitte der Geschwulst zunächst als Hauptbestandtheile eine Menge spindelförmiger und ovaler Zellen, sowie Bindegewebsfasern und Gefässe in nicht unbeträchtlicher Anzahl. Nach Zusatz von Essigsäure treten bei vielen Zellen deutliche, grosse, meist längliche Kerne auf, während andere Zellen einen körnigen Inhalt zeigen. Aus diesem Befunde könnte man geneigt sein, ein Sarcom anzunehmen, das wesentlich aus spindelförmigen, vermischt mit ovalen Zellen zusammengesetzt sei. — Indessen bei genauerer Untersuchung finden sich, allerdings nicht sehr zahlreich und ziemlich viel kleiner im Vergleich zu der vorigen Geschwulst, aber doch deutlich unterscheidbar, meist runde Sandkörner, mitunter als Paarlinge, deren einzelne sich als Conglomerate von Zellen noch recht wohl erkennen lassen. Diese Conglomerate zeigen noch keinen hellen, concentrischen Saum um eine dunklere Mittelpartie; dicht neben diesen findet sich aber hier und da schon ein rundliches Gebilde, oft kleiner, manchmal eben so gross, häufiger grösser als jene, das leichte Andeutungen jener Charaktere bietet; fernerhin hier und da ein Sandkorn, welches bereits Rand- und Mittelpartie kenntlich ausgeprägt zeigt. — Dass jene Conglomerate wirklich aus Zellen bestehen, wird unzweifelhaft, wenn man Essigsäure hinzusetzt, da dann deutliche Kerne und Zellmembranen auftreten. — Gegen die Basis hin trifft man übrigens auf eine ziemliche Menge bereits stark verkalkter Sandkörner, die etwas kleiner sind, als in voriger Geschwulst, sich sonst aber ganz gleich verhalten.

Diese Sandgeschwulst bietet insofern besonderes Interesse, dass sich aus derselben, als auf der jüngsten Entwicklungsstufe stehend, am besten die Genesis der fraglichen Geschwülste erklären lässt. Die erste Grundlage bilden Zellen, vielleicht Epithelialzellen der Dura, die durch irgend einen Anlass zu grösserer Vermehrung angeregt werden. Diese schichten sich kugelig, cylindrisch, drusig zusammen. Weiterhin zerfallen die in der Mitte gelegenen, also ältesten, in eine amorphe, stickstoffhaltige, stark lichtbrechende Substanz, in der es nun zu Ablagerungen von Kalksalzen kommt. So geht der Process vom Centrum zur Peripherie immer weiter und bedingt das Wachsthum der Körner. Daraus dürfte man auch schliessen, dass die Kalksalze sich überhaupt niemals in die Zellen selbst ablagerten, sondern erst in die umgewandelte, amorphe Masse derselben. Dieselbe, ihrer Natur nach unbekannte Veranlassung, die eine Vermehrung der Zellen bedingte, bewirkt nun auch eine Wucherung des Bindegewebes und der Capillargefässe, die, anfangs schneller wachsend, als die Sandkörner, der ganzen Geschwulst in den ersten Stadien mehr das Gepräge eines reinen Sarcoms verleihen. — Späterhin aber treten die Sandkörner in den Vordergrund, bedingen durch Druck Verödung von Capillargefässen, hemmen so die Entwicklung der spindelförmigen Zellen und des Bindegewebes, und führen allmälig zu dem Bilde, wie uns die Sandgeschwulst in ausgeprägter Form entgegentritt.

Was die Symptome betrifft, welche die Sandgeschwulst hervorzurufen im Stande ist, so steht es damit, wie mit den Tumoren im Innern der Schädelhöhle überhaupt. Sie hängen wesentlich von dem Sitz und der Grösse der Geschwulst ab, der feinere Bau und das Wachsthum, sowie die Fortpflanzung auf andere Theile kommen erst in zweiter Reihe in Betracht. — Gar keine oder wenigstens unseren jetzigen diagnostischen Hülfsmitteln sich entziehende Symptome zeigen sich in manchen Fällen, wenn der Sitz der Geschwulst an der der Convexität der Hemisphären gegenüberliegenden Dura sich findet; höchstens könnte man den anhaltenden und stets wiederkehrenden Kopfschmerz, der hierbei mehrfach vorgekommen zu sein scheint, auf die Geschwulst zurückführen, vielleicht auch die mitunter im Leben beobachteten Anfälle von Epilepsie. — Sicherlich würden deutlichere und stärkere Zeichen auftreten, wenn die Sandgeschwulst an dieser Stelle eine

grössere Entwicklung nähme; indessen scheint nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen hier dieselbe sich eher in die Fläche auszudehnen, als in die Dicke oder Höhe, was von dem Widerstande der benachbarten Theile abhängen mag. Anders verhält es sich schon, wenn der Sitz der Geschwulst mehr an der Basis cerebri sich befindet; dort wird sie stets leicht durch Druck auf einen der naheliegenden Nerven sich bemerklich machen, wie in dem zweiten Virchow'schen Falle durch Druck auf den N. acusticus. — Sehr eclatante Erscheinungen machte die Geschwulst in denjenigen Fällen, wo sie von dem Tentorium cerebelli ausging, wie in den Beobachtungen von Andral und Tüngel. — Selbstverständlich am hervorstechendsten und zugleich am tiefsten eingreifend müssen die sich einstellenden Symptome sein, wenn die Substanz des Gehirns selbst die Bildungsstätte einer derartigen Geschwulst wird, wie namentlich ersichtlich wird aus den Fällen von Bergmann, Meckel und Bamberger. Alsdann sind Geistesstörungen, Wahnsinn oder Blödsinn vorhanden.

Hinsichtlich des Verlaufes ist besonders das Auftreten secundärer Ablagerungen, wie in dem Lüning'schen Falle, bemerkenswerth. Im Uebrigen kann man nur sagen, dass, wie ihr Ursprung und Beginn schleichend und chronisch ist, so auch ihr Wachsthum langsam und allmälig von Statten gehen wird. Einer Rückbildung dürften diese Geschwülste schwerlich fähig sein. — Heftige Beschwerden und Gefahren für's Leben werden sie nur dann bedingen, wenn sie wichtige Hirntheile zerstören, oder einen stetigen, nachhaltigen Druck darauf ausüben.

Von einer directen Therapie kann selbstverständlich nicht die Rede sein, auch wenn es gelänge, die Geschwulst selbst, sowie ihren Sitz zu diagnosticiren.

Erklärung der Tafel V.

Fig. 1. Innere Ansicht des Schädels, mit Sandgeschwulst der Dura der linken Seite des Os frontis. — Der Sägeschnitt ist so geführt, dass derselbe am untern Theil der Geschwulst hindurchgegangen ist. — Halbe natürliche Grösse. Der Fall ist bereits von Lüning beschrieben.

Fig. 2. Sandkörner aus der in Fig. 1. abgebildeten Geschwulst, eingebettet in bindegewebige Grundsubstanz. — Ein Theil der Sandkörner ist cylindrisch mit spitz zulaufenden Enden. — Mit Wasser bei 80facher Vergrösserung.

Fig. 3. Ein Sandkorn ebendaher. — Durch Salzsäure ist der kohlensaure Kalk entfernt; die concentrisch geschichtete Grundsubstanz ist zurückgeblieben. — Vergr. 300.

Fig. 4. Aus der im Text mit Nr. I. bezeichneten Sandgeschwulst. — Einzelne kleinere Sandkörner, deren Randpartien zum Theil noch unverkalkt sind. Mit Wasser. — Vergr. 200.

Fig. 5. Ebendaher. — Gruppe von kleinen Sandkörnern in deutlich fasrigem Stroma. Mit Wasser. — Vergr. 300.

Ueber das Gewebe der Nebenniere und der Hypophyse.

Von J. Henle.

In meiner allg. Anatomie (pag. 1003) beschrieb ich aus der Rinde der Nebenniere neben Strängen, die sich in kernhaltige Zellen zerlegen lassen, Schläuche von 0,012—0,030''' Durchm., stellenweise dicker und dünner, ganz von körniger Masse ausgefüllt, die noch nicht in besondere Zellen abgegrenzt zu sein, sondern ein Continuum zu bilden scheint, in welchem die Kerne eingeschlossen sind. John Simon*) fand die mehr oder minder entwickelten Zellen der Nebenniere in Schläuchen eingeschlossen, die in der Rindensubstanz parallel und senkrecht gegen die Oberfläche geordnet sind, und von welchen er vermuthet, dass sie nach innen wie nach aussen blind enden. Ihre Membran sei von äusserster Feinheit, ihr Durchmesser betrage zwischen 0,012 und 0,034, meistens 0,015—0,017'''. Ecker**) glaubte ebenfalls in der Rindensubstanz der Nebenniere röhrenförmige, in radialer Richtung gegen das Mark verlaufende, parallel neben einander liegende und mit feinkörniger Masse, Fettkörnchen und Kernen angefüllte Schläuche zu sehen, überzeugte sich aber durch Behandlung mit Kali oder Ammoniak, dass der Anschein längerer, die Rinde in ihrer Dicke durchziehender Schläuche nur durch Aneinanderreihung und Uebereinanderlagerung vieler kurzer, meist ovaler Schläuche entstehe, von denen die grössten

*) On the comparative anatomy of the thymous gland. Lond. 1844. pag. 81.

**) Der feinere Bau der Nebennieren. Braunschw. 1846.

im längsten Durchmesser nicht über 0,055''' Länge (auf 0,01 — 0,03''' Breite) haben. Kölliker *) liess die Schläuche auch im Ecker'schen Sinne, die ovalen, von einer structurlosen Membran umschlossenen Blasen, nicht gelten; er fand nur cylindrische compacte Zellenmassen in einem bindegewebigen Fachwerk. Diese Ansicht ist die herrschende geworden; ihr huldigen noch die Verff. der neuesten im verflossenen Jahre erschienenen Monographien über die Structur der Nebenniere, Moers**) und Joesten***).

Indem ich jetzt, nach 25 Jahren, auf's Neue an die Untersuchung der Nebenniere heranging, war ich darauf gefasst, eine Ansicht zurücknehmen zu müssen, die so allgemeinen Widerspruch gefunden hatte. Aber die Rindensubstanz der Nebenniere enthält wirklich zu verschiedenen Zeiten und öfters in verschiedenen Regionen zweierlei Bildungen, Stränge oder Säulen, die aus reihenweise verbundenen Zellen bestehen, und Schläuche, die in einer structurlosen Membran einen mehr oder minder consistenten Inhalt einschliessen. Die letzten würden schwerlich so allgemein verworfen worden sein, wenn die Bemerkung Ecker's beherzigt worden wäre, dass die Schläuche in menschlichen Nebennieren deutlicher seien, als bei irgend einem Säugethier. Das Vorurtheil von der Zerfliesslichkeit der Marksubstanz der Nebenniere hat die Beobachter abgehalten, der menschlichen Nebenniere die gebührende Beachtung zu schenken. An demselben ist aber nur so viel wahr, dass die Nebenniere sich kürzere Zeit, als manche andere Organe, in einem zur Untersuchung tauglichen Zustande erhält und dass, aus nachher anzuführenden Gründen, die Nebenniere des Menschen viel zarter angefasst werden muss, als die der meisten Säugethiere.

Die letzten Elemente der Rindensubstanz sind überall kernhaltige Zellen. Ob sie zu Säulen aufeinander geschichtet oder in Schläuchen enthalten sind, richtet sich nach der Beschaffenheit der Zellen, von welchen zwei, in ihren Extremen leicht unterscheidbare, aber allerdings durch Mittelstufen verbundene Arten existiren. Die Zellen der ersten Art sind klein und kuglig oder eckig und dann meist kubisch, nicht leicht über 0,01 Mm. im Durchm. Sie haben scharfe Conturen, einen blassen, feinkörnigen Inhalt und einen mehr oder minder deutlichen, kugligen Kern, der manche Zellen fast voll-

*) Gewebelehre. 1852. pag. 488.

**) Archiv für pathol. Anat. u. Physiol. XXIX, 336.

***) Archiv für Heilkunde. V, 97.

ständig, andere kaum zur Hälfte ausfüllt. Die Zellen der zweiten Art sind grösser, bis zu einem Durchmesser von 0,03 Mm., kuglig oder elliptisch, mit blassen Umrissen, undeutlichem Kern und einem grobkörnigen Inhalt, der grössere und kleinere Fetttröpfchen enthält, oft auch ganz in Fett umgewandelt ist. Die fettreichen Zellen sind häufiger und die Fetttropfen grösser bei erwachsenen Individuen, als bei Kindern; bei Thieren (Schaf, Schwein) bilden die feinkörnigen, beim Menschen die grobkörnigen Zellen die Regel. Der Fettgehalt der Zellen nimmt meistens von der Peripherie gegen das Mark ab; selten nimmt er in dieser Richtung zu und ebenso selten ist er in einer mittlern Zone der Rindensubstanz am reichlichsten. Die Partien, deren Zellen zahlreiche Fetttropfen enthalten, verrathen sich schon dem blossen Auge durch ihre hochgelbe Farbe; darin liegt auch der Grund des Unterschieds der Farbe der menschlichen und thierischen Nebenniere.

Die Reihen der feinkörnigen Zellen liegen meistens nackt neben einander, in der Nähe der Oberfläche durch Bindegewebe in Gruppen abgetheilt, im Uebrigen von einander gesondert durch feine Streifen einer structurlosen Grundsubstanz, welche auch die nach der Axe der Säulen gestreckten Capillargefässnetze, so wie die stärkern, nach innen ziehenden Gefäss- und Nervenstämmchen enthält. Es ist immer derselbe, schon oft berichtigte, durch die Einwirkung der Chromsäure veranlasste Irrthum, wenn Joesten von den stärkern bindegewebigen Scheidewänden feinere Bindegewebsnetze ausgehen lässt, die schliesslich jede einzelne Zelle mit einer Kapsel umgeben sollen. Ganz ausnahmsweise und seltener noch bei Thieren, als beim Menschen, sind diese Zellenreihen zu mehreren in häutigen Röhren eingeschlossen, deren Contur sich über die, durch die kuglige Form der Zellen bedingten Unebenheiten als eine feine, gerade Linie fortsetzt. Umgekehrt liegen die grobkörnigen, fetthaltigen Zellen nur selten frei in dem Stroma der Drüse; je weiter die Fettumwandlung fortgeschritten ist, um so deutlicher erscheinen sie als Inhalt von Schläuchen, die sie wie eine zusammenhängende Masse erfüllen, in welcher Kerne und Zellengrenzen verwischt sind. Durch Maceration in der verdünnten Salzsäure, die sich für die Präparation der Drüsenkanälchen der Niere so nützlich erwiesen hat, gelang es mir, auch die Schläuche der Nebenniere zu isoliren und so jeden Zweifel an der Selbstständigkeit ihrer Wand zu beseitigen. Durch kaustisches Kali aber wird die Wand der Schläuche nebst den Zellen früher gelöst, als das Stroma, wo-

nach die Fetttropfen sich nach allen Seiten zerstreuen. Im Querschnitt, den man durch einen Flächenschnitt der erhärteten Rindensubstanz gewinnt, sind die Schläuche kreisförmig; sie haben einen Durchmesser von im Mittel 0,03 Mm., der in der Richtung von der Oberfläche der Drüse gegen das Mark allmälig abnimmt (von 0,05 auf 0,015 Mm.); beim Neugebornen sind sie im Mittel 0,016 Mm. breit.

Schon diese Thatsachen berechtigen zu der Vermuthung, dass die Zellen der Rindensubstanz der Nebenniere unter gewissen, freilich durchaus räthselhaften Verhältnissen einer Fettumwandlung unterliegen und dass sich zugleich mit der Fettumwandlung eine Membran um die Zellenreihen bildet. Für den ersten Theil dieser Vermuthung giebt es der Analogien genug; aber auch der zweite wird jetzt weniger anstössig sein, als es vor einigen Jahren der Fall gewesen sein würde. Der Satz, für den wir seit Anbeginn der Zellentheorie gestritten haben, dass nämlich an den Zellen der sogenannte Inhalt (Zellsubstanz, Protoplasma) das Primäre und Wesentliche, die Verdichtung der Oberfläche zur Membran secundär und unwesentlich sei, — dieser Satz ist endlich, hauptsächlich durch M. Schultze's Verdienst, zu allgemeiner Anerkennung gelangt. Man wird, was für die Zellenmembran gilt, auf andere Membranen und namentlich auf solche, welche Höhlen begrenzen, übertragen dürfen. Durch die Knorpelkapseln sind wir darauf vorbereitet, einen Hohlraum, welcher Zellen enthält, durch eine membranartige Verdichtung der Grundsubstanz abgeschlossen zu sehen. Die Haarbalgdrüsen, die Harnkanälchen liefern Beispiele, wie die scharfbegrenzte Membrana propria der Drüsenläppchen und Kanälchen, dort in den Endbläschen, hier in den weitesten und der Ausmündung nächsten Gängen schwinden oder, wenn man will, mit der Grundsubstanz verschmelzen kann. Selbst an den Wänden, die den Blutstrom begrenzen, ist die den Capillargefässen eigene Haut nicht immer nachweisbar; sie fehlt meist in den Räumen des cavernösen Gewebes; sie fehlt, wie aus W. Müller's Untersuchungen sich ergiebt, in der Pulpa der Milz und wahrscheinlich, wie ich noch näher zu erörtern haben werde, in der Marksubstanz der Nebenniere. Und so weist auch das Stadium, in welchem sich augenblicklich die Lehre von den Lymphgefässanfängen befindet, darauf hin, dass häutig ausgekleidete Kanäle in einfache Lücken der Substanz übergehen können, was übrigens nicht von der Pflicht entbindet, in jedem besondern Falle, sowohl an Zellen als an Kanälen, zuzusehen, ob eine Membran vorhanden sei, oder nicht.

Die Frage, ob die Membran der Röhren der Nebenniere direct umgewandelte Grundsubstanz oder Ausscheidungsproduct der Zellen sei, darf ich hier unerörtert lassen; ich verweise auf meinen Jahresbericht für 1857 pag. 10, wo ich das Dogma von der Zellenausscheidung einer Prüfung unterzogen habe.

Der gestreckte Verlauf der Zellenstränge oder Schläuche erleidet in der Nähe der äussern Oberfläche der Rindensubstanz eine Abänderung. Die zunächst an die Umhüllungshaut grenzende Zone zeigt auf jedem Durchschnitte die Zellen zu kleinen, kugligen oder elliptischen Massen gehäuft, von welchen schwer zu entscheiden ist, ob sie wirklich nach allen Seiten von einander gesondert oder Durchschnitte gewundener Schläuche sind. Jedenfalls kommen dicht unter der Oberfläche zuweilen bogenförmige Vereinigungen je zweier benachbarter Säulen oder Schläuche vor.

Auch nach der andern Seite, gegen die Marksubstanz, erhalten die Rindenschläuche eine andere Anordnung und in der Regel auch einen andern Inhalt und damit eine veränderte Färbung. Auf Durchschnitten der frischen oder in Alkohol gehärteten Drüse sieht man die Rinde gegen das Mark abgegrenzt durch einen schmalen, dunkeln, braunrothen oder braungelben Saum, der von dem hellen, grauweissen, eigenthümlich gelatinösen Mark scharf absticht, in die hellere Rindensubstanz aber allmälig, wie eine Schattirung, übergeht. Verfolgt man mikroskopisch die Veränderungen, welche das Parenchym der Rinde bei der Umwandlung der hellen in die dunkle Substanz erfährt, so erhält man eine neue Bestätigung des Uebergangs der Schläuche in Säulen, der fetthaltigen Zellen in feinkörnige. In den Zellen der dunkeln Rindensubstanz finden sich ebenfalls Fettkörnchen, aber nur vereinzelt, so dass sie den Zellenkern nicht verdecken; die feine, structurlose Membran, welche die Zellen der hellen Rindenschichte einschliesst, setzt sich zuweilen auch auf die Zellen der dunkeln fort; häufiger verliert sie sich schon innerhalb der hellen Rindenschichte. Der beständigste Unterschied der hellen und dunkeln Rindenschichte besteht in der Anordnung der Zellen, welche dort parallele Züge, hier ein engmaschiges Netzwerk bilden, dessen Lücken kreisrund und kaum breiter, oft sogar schmaler sind, als die Balken des Netzes. Die Lücken entsprechen den Durchschnitten der Capillargefässe.

Die Grenze der Rinden- und Marksubstanz läuft der äussern Oberfläche parallel und somit wiederholt die Form der Marksubstanz die der ganzen Drüse. Doch gilt das nur für die mächtigern Partien derselben; in die dünnern Ränder und

Spitzen dringt die Marksubstanz nicht vor; es fallen alsdann die beiderseitigen Rindenschichten unmittelbar zusammen und ihre innern dunkeln Lagen legen sich zu einem einfachen dunkeln Streifen aneinander. Dies hat Anlass gegeben, die dunkle Rinden- mit der eigentlichen Marksubstanz zu verwechseln. Die Angaben der anatomischen Handbücher, die die Marksubstanz dunkelbraun und brüchig nennen, beziehen sich alle auf die dunkle Schichte der Rindensubstanz, obgleich bereits Ecker die Farbe der Marksubstanz richtig bezeichnet hat. Ebenso ungenau ist, wie ich schon oben andeutete, die Schilderung, die man allgemein von der durch Fäulniss bewirkten Erweichung und Höhlenbildung im Innern der Nebenniere giebt. Die Höhle soll von Verflüssigung der Marksubstanz herrühren. In der That ist es die dunkle Schichte der Rindensubstanz, die durch ihre Trennung von der verhältnissmässig festen Marksubstanz zur Entstehung der Höhle Anlass giebt. Die Trennung wird, wegen des Unterschiedes der Consistenz, schon in der frischen Nebenniere durch geringe mechanische Gewalt, Druck oder Zerrung, herbeigeführt; um so eher, wenn die Rindensubstanz in der Leiche sich zu erweichen begonnen hat; sie erfolgt leichter in der Nebenniere des Menschen, als der grösseren Haussäugethiere, weil jene dünn und scheibenförmig ist, während diese eine mehr eiförmige Gestalt besitzt.

Die Textur des Marks der Nebenniere ist an den Durchschnitten, wie sie sich gewöhnlich darbieten, schwer zu entziffern. Man glaubt ein bindegewebiges Netzwerk vor sich zu haben, in dessen Maschen neben Gefäss- und Nervenverzweigungen mehr oder minder deutlich gesonderte, feinkörnige Zellen liegen. So wurde die Marksubstanz von Ecker und Kölliker geschildert; Moers hebt die langgestreckte Form der Bindegewebsfächer hervor, die ihn, wenn mehrere übereinander lagen, an gewundene Röhren erinnerten, und nur Joesten spricht von lang ovalen, seltener runden Schläuchen, in welchen die Zellen enthalten seien. Man trifft aber dann und wann auf Durchschnitten der Marksubstanz erhärteter Nebennieren einzelne, beschränkte Stellen, welche schon dem unbewaffneten Auge fein porös oder schwammig erscheinen und überraschende Aufschlüsse über die Zusammensetzung jener Substanz gewähren.

Die mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Poren entsprechen nämlich den Lücken eines weitläufigen Netzes, und die Balken dieses Netzes sind Röhren oder Schläuche, die von einer starken, etwas faltigen Membran gebildet und mit Zellen eigen-

thümlicher Art gefüllt sind. Der Durchmesser dieser Schläuche des Marks ist beträchtlicher, als der der netzförmigen Schläuche der Rinde und beträgt selten unter 0,025, oft über 0,05 Mm. Indem sie näher zusammenrücken und ihre Anastomosen sich vervielfältigen, wandeln sich die weiten Lücken des Netzes in engere, von concaven Rändern begrenzte und endlich in lineare Spalten um; die einander berührenden Wände der Schläuche sind es vorzugsweise, die den Eindruck eines feinen Bindegewebsnetzes machen, wiewohl auch wirkliche, stärkere Bindegewebszüge zwischen den Schläuchen vorkommen. Querschnitte der letzteren können für kuglige Zellengruppen gehalten werden. Die Lücken des Netzes sind entweder ganz leer oder von Blutkörpern erfüllt; es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass sie im Leben dazu bestimmt sind, Blut aufzunehmen und dass sie einen intermediären Theil des Gefässsystems zwischen den capillaren Verzweigungen der durch die Rinde eintretenden Arterien und den Venenwurzeln bilden.

Moers meint, die Zellen der Rinden- und Marksubstanz seien nur wenig von einander unterschieden; es lassen sich aber leicht eine Anzahl charakteristischer Verschiedenheiten zwischen beiden namhaft machen. Die Zellen des Marks werden in Kalilösung rascher und vollständiger zerstört, als die der Rinde; sie nehmen niemals Fett auf, sind blasser, mit deutlicher hervortretenden, zuweilen doppelten kugligen Kernen versehen, auch durchschnittlich grösser, wenn sie sich im grössten Durchmesser präsentiren. Die eigentliche Gestalt der meisten ist nämlich die einer eckigen, platten Scheibe, deren Dicke kaum dem dritten Theil ihres Flächendurchmessers gleichkömmt. So tritt auch ihre Eigenthümlichkeit, den Zellen der Rindensubstanz gegenüber, am auffallendsten hervor, wenn sie auf der Kante stehend gesehen werden und dies ist regelmässig der Fall, wenn sie die Schläuche dicht erfüllen. Denn dann legen sie sich gern mit den Flächen aneinander und die netzförmigen Schläuche mit den aufeinander geschichteten Zellen gewähren ein Bild, welches an die geldrollenförmig zusammengefügten Blutkörper erinnert. Auch mit Epithelialcylindern haben die in den Markschläuchen enthaltenen Zellen in einer solchen Seitenansicht einige Aehnlichkeit, und so kann man leicht in den Irrthum gerathen, dass man, wie Joesten, den Schläuchen eine Bekleidung von Cylinderepithel zuschreibt. Der frappanteste und am leichtesten zu bestätigende Unterschied zwischen den Zellen der Mark- und Rindensubstanz besteht aber darin, dass die ersteren, und damit natürlich die Marksubstanz im Ganzen, in chromsaurer Kalilösung und in

Müller'scher Flüssigkeit alsbald, d. h. innerhalb 12—24 Stunden, tief dunkelbraun werden, viel dunkler, als die Rindensubstanz, die sich in jenen Reagentien fast unverändert erhält. Zugleich mit den Zellen färben sich die Kerne, bald dunkler, als die Zellen, bald heller. Es wird nach dieser Färbung möglich, einzelne Reihen der Zellen des Marks zwischen den Zellenreihen der Rinde weit in die letztere hinein und mitunter fast bis zur Oberfläche der Drüse zu verfolgen, während andererseits Rindenzellengruppen da und dort in die Marksubstanz übergreifen. Im Allgemeinen aber ist die Grenze zwischen beiden Substanzen ziemlich eben und es scheint nicht, als ob die Schläuche der einen und andern Art sich irgendwo ineinander öffneten.

Das 3te Heft meiner Eingeweidelehre, welches demnächst erscheint, wird Abbildungen der beschriebenen Structur der Nebenniere liefern und ich würde auch mit der Beschreibung meinem Handbuche nicht vorangeeilt sein, wenn ich nicht aufmerksam zu machen hätte auf die Verwandtschaft der Nebenniere mit einem andern Organ, dessen weitere Untersuchung für jetzt ausser dem Plan meiner Arbeiten liegt, ich meine die Hypophyse. Die Zusammenstellung dieser beiden Organe wird nicht überraschen. Während man einerseits die Nebenniere wegen ihres besondern Nervenreichthums, der allen Beobachtern aufgefallen ist, in eine Beziehung zum Nervensystem zu bringen suchte, wurde andererseits die Hypophyse von Hassall *) zwischen die Nervenganglien und Blutgefässdrüsen gestellt und von Rathke **) und Ecker ***) zu den letztern herübergezogen, bis in jüngster Zeit Luschka Nebennieren und Hypophyse mit der Glandula coccygea in eine besondere Gruppe der Nervendrüsen vereinigte. Aber diese Gruppirungen beruhten auf zum Theil unbestimmten, zum Theil selbst irrigen Voraussetzungen; zu den letzteren rechne ich die Vergleichung der Zellen der Marksubstanz der Nebenniere mit sternförmigen Ganglienzellen und den Ausspruch Luschka's †), dass die Fortsätze jener Zellen in markhaltige Nervenfasern übergehen sollten, der sich schon durch die Lage der Zellen in abgeschlossenen Röhren widerlegt.

Es ist nöthig, zu betonen, dass von den unter dem Namen „Blutgefässdrüsen" vereinigten Organen bis jetzt jedes von jedem

*) The microscop. anatomy of the human body. Lond. 1849. p. 534.

**) Müller's Archiv 1839. p. 231.

***) R. Wagner's Handwörterbuch. Art. Blutgefässdrüsen, p. 160.

†) Der Hirnanhang und die Steissdrüse. Berl. 1860. p. 10.

andern in wesentlichen anatomischen Beziehungen sich unterscheidet. Schon das äussere Ansehen lässt dies vermuthen und die mikroskopische Untersuchung bestätigt es. Die Thyreoidea enthält kuglige Blasen mit einer Epithelauskleidung und wasserklarem Inhalt; die Thymus besteht aus Läppchen conglobirter, meistens im Centrum verflüssigter Drüsensubstanz; von dem Parenchym der Milz lassen sich allenfalls die sogenannten malpighischen Körperchen mit der Thymus zusammenstellen, während die rothe Pulpa, wie man auch ihre Structur beurtheilen möge, nirgends ihres Gleichen findet; die Nebenniere nimmt längst wegen ihrer Zellen und ihres Nervenreichthums eine eigenthümliche Stellung ein und wird durch die Thatsachen, die ich den bisher bekannten hinzuzufügen hatte, nur noch weiter von den übrigen Drüsen dieser Kategorie entfernt; die Glandula coccygea endlich erweist sich, wenn auch die Acten über dieselbe noch nicht geschlossen sein mögen, schon durch den anscheinend muskulösen Bau der Wand ihrer Schläuche als ein Gebilde sui generis. Bei unserm gänzlichen Mangel an Einsicht in die physiologische Bedeutung der aufgezählten Reihe von Organen ist es nicht möglich, zu ermessen, welcher Grad von Wichtigkeit jenen anatomischen Verschiedenheiten zukömmt. Ein Organ unter die Blutgefässdrüsen aufnehmen, heisst demnach nichts anderes, als zugeben, dass es in physiologischer Beziehung unverstanden und in anatomischer Beziehung specifisch sei.

Diese specifische Verschiedenheit besteht nun, so viel ich sehe, nicht zwischen der Marksubstanz der Nebenniere und der Hypophyse oder wenigstens ist sie geringer, wenn wir diese beiden Organe unter sich, als wenn wir sie mit irgend einer andern Blutgefässdrüse vergleichen. Auf den Gedanken, dass sie verwandt seien, wurde ich geführt durch die Beschreibung, welche Reissner *) von der untern Abtheilung der Hypophyse des Frosches giebt. Er fand durcheinander gewundene, scharf begrenzte Stränge von 0,04 — 0,08 Mm. Durchmesser, die zur Hülle eine feine, structurlose Membran und zum Inhalte dicht gedrängte und senkrecht zur Hülle gestellte cylindrische, kegel- oder spindelförmige Zellen haben. Ob meine Vermuthung gegründet ist, dass Reissner ebenso, wie Joesten, platte, auf der Kante stehende Zellen für cylindrische angesehen habe, muss durch Untersuchung der Drüse beim Frosch ermittelt werden. Auf Durchschnitten der Hypophyse von Säugethieren

*) Der Bau des centralen Nervensystems der ungeschwänzten Batrachier. Dorpat 1864. pag. 94.

fand ich dieselben, platt aufeinander geschichteten Zellenformen in einem durchgängig sehr engmaschigen Röhrennetz mit denselben, von concaven Linien begrenzten, spaltförmigen Lücken, und dem nämlichen täuschenden Anschein bindegewebiger, von Zellen erfüllter Maschen, wie in der Nebenniere. Die Aehnlichkeit ist so gross, dass ich vor Verwechslungen nicht sicher war, wenn ich feine Durchschnitte der in Alkohol gehärteten Organe in Wasser oder Glycerin nebeneinander unter das Mikroskop brachte. Der Annahme einer völligen Identität steht entgegen, dass in der Hypophyse zahlreichere, kreisrunde, von eigenen Wänden begrenzte Gefässdurchschnitte gefunden werden, denen sich die Schläuche anschmiegen, und dass die Zellen der Hypophyse in chromsaurer Kalilösung die Farbenänderung nicht erfahren, die für die Zellen der Marksubstanz der Nebenniere so charakteristisch ist. Es fehlt uns, wie bereits bemerkt, an jedem Anhaltspunkt, um die Erheblichkeit eines solchen Unterschiedes zu beurtheilen. Ob sich in irgend einem Theil der Hypophyse ein Analogon der Rindensubstanz der Nebenniere finden werde, muss ich der Zukunft anheimstellen. Die Durchschnitte der Hypophyse des Schafs zeigen die im Allgemeinen weisse Substanz von gallertartigen Streifen durchzogen; unter dem Mikroskope aber vermochte ich Unterschiede der Zellen, abgesehen von einem gruppenweise verschiedenen Grad der Durchsichtigkeit, nicht zu erkennen. Bestände eine Differenz, so müsste sie, nach Analogie der Nebenniere zu schliessen, beim Menschen deutlicher hervortreten, als bei Thieren.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Ueber die unipolare Zuckung.

Von

Dr. A. Gruenhagen.

Es ist bekanntlich möglich, von einem Pole der secundären Spirale eines Inductions-Apparates aus, ohne dass der andere mit ihm in leitender Verbindung steht, den Nerven eines Froschschenkels auf das Heftigste zu erregen. Die Zuckungen des letzteren können sehr stark werden, sogar in vollständigen Tetanus übergehen, wenn die Inductionsvorrichtung kräftig genug ist und die Unterbrechungen des inducirenden Stromes in hinreichender Geschwindigkeit auf einander folgen.

Bei meinen Versuchen, welche den ersten Erscheinungsgrund dieser durch unipolare Erregung erzeugten Zuckungen, mit einem Worte also das Irritament, auffinden sollten, bediente ich mich eines du Bois'schen Schlitten-Apparates, an dem die Einrichtung getroffen war, dass er nicht nur discontinuirliche Ströme von wechselnder Richtung, sondern auch durch Abblendung der Schliessungs-Schläge solche von gleicher Richtung entsenden konnte. Ueberall, wo nicht ganz besonders eine andre Angabe über die Experimentation gemacht ist, wurde mit letzterem gearbeitet. Die Pole der Inductions-Vorrichtung wurden mit dem du Bois'schen allgemeinen Träger, auf dessen einem Arme der Nerv oder der Fuss des Froschpräparates ruhte, leitend verbunden.

Nähert man die secundäre Spirale allmälig der primären, während der Nerv eines Froschschenkels mit dem einen Pol der ersteren auf die eben beschriebene Art in leitende Verbindung gebracht ist, so kann man bei gewisser Entfernung der beiden Spiralen die bekannten unipolaren Zuckungen beobachten, sobald der zweite, bisher isolirt gebliebene Pol zur

Erde abgeleitet, besser noch, wenn der Nerv selbst an einem Punkte seines peripheren Endes mit der Hand oder mit einem in der Hand befindlichen Metalldrahte berührt wird. Verstärkt man die Anordnung des Apparates, indem man die Spiralen einander noch mehr nähert, so erhält man auch durch Berührung des Schenkels mit der Hand oder irgend einem nicht isolirten, elektrischen Leiter Contractionen seiner Musculatur. Wenn endlich die Spiralen meines Apparates einander beinahe decken, treten spontane, ohne directe Ableitung des zweiten freien Pols oder des Frosch-Präparats sichtbare Zuckungen ein. Sind dieselben noch nicht tetanischer Natur, so können sie durch ableitende Berührung in einer der genannten Weisen, selbstverständlich auch durch entsprechende Verschiebung der secundären Spirale, leicht zu solcher Höhe gesteigert werden. Diese Rangfolge, welche die verschiedenen Möglichkeiten, unipolare Zuckungen hervorzurufen, die eine von der andern trennt, gilt jedoch durchaus nicht für beide Pole eines Inductionskreises. Sie fällt vielmehr sehr verschieden aus, je nachdem der Nerv des Frosch-Präparats mit dem positiven oder mit dem negativen Pole der inducirten Spirale leitend verbunden ist. Ist das erstere der Fall, so erscheint die Ableitung des entgegengesetzten, freien Pols, wie angegeben, als ein beträchtlich stärkerer Reiz, denn die Ableitung des Präparats von der Musculatur, nicht aber vom Nerven aus. Im andern Falle erweist sich hingegen die Ableitung des Schenkels als ein wirksameres Mittel, unipolare Zuckungen herbeizuführen. Die secundäre Spirale der Inductions-Vorrichtung kann hier nämlich in grösserer Entfernung eingestellt werden, um bei ableitender Berührung des Schenkels unipolare Contractionen zu erhalten, als wenn wir durch Ableitung des andern freien Pols das gleiche Ziel erstreben. Ich habe vorhin den erregenden Einfluss, welchen die ableitende Berührung der Musculatur hat, dem an Mächtigkeit untergeordnet, welchen die Ableitung des Nerven eines Frosch-Präparats besitzt. Diese Unterordnung findet sich stets sehr deutlich ausgeprägt und erweist sich, wie ich zeigen werde, sehr geeignet, wichtige Aufschlüsse über das Zustandekommen der unipolaren Zuckung zu geben.

Die directe Ableitung des Nerven hat unter allen Umständen eine grössere Wirksamkeit als die indirecte durch ableitende Berührung der Musculatur oder, wie wir noch hinzufügen müssen, des andern freien Poles. Die inducirte Spirale kann bei der ersten Art der Ableitung von der inducirenden bedeutend weiter entfernt stehen, um eben noch gerade

unipolare Zuckungen zu erzeugen, als bei den zwei letzten Arten. Dieselbe kann sogar so eingestellt werden, dass bei ableitender Berührung der Musculatur des Froschschenkels oder des andern freien Poles nicht die geringste Reaction eintritt, dagegen eine sehr lebhafte bei Ableitung des Nerven. Die Ableitung des Nerven ist also das kräftigste Mittel, die unipolaren Wirkungen einer Inductions-Vorrichtung in's Leben zu rufen, und sie bleibt es, gleichviel ob der negative oder der positive Pol als Erreger benutzt wird. Verhalten sich in dieser Beziehung beide Pole gleich, so gehen sie dafür in einer andern weit auseinander. Während nämlich der negative Pol schon bei verhältnissmässig schwacher Anordnung der Spiralen die Musculatur vom Nerven aus in tetanische Zuckungen versetzt, muss die Anordnung meiner Inductions-Vorrichtung bedeutend verstärkt werden, wenn man dasselbe Frosch-Präparat vom positiven Pole aus mit ähnlicher Intensität erregen will *). Die reizende Wirkung des negativen Pols ist somit erheblich kräftiger als die des positiven. Diese Bemerkungen vorausgeschickt, steht jetzt nichts mehr im Wege, die Ansicht, welche wir von dem Zustandekommen der unipolaren Zuckung haben, ausführlicher zu entwickeln.

Man stelle sich vor, dass der Nerv eines Frosch-Präparats mit dem positiven oder negativen Pole einer Inductions-Vorrichtung leitend verbunden worden sei, und nun der Nerv selbst oder die zugehörige Musculatur abgeleitet werde. Wir wissen, dass in diesem Falle die unipolaren Zuckungen leicht eintreten, und wissen ferner durch du Bois-Reymond, dass dieselben von der „unipolaren Ableitung" des offenen Inductionskreises herrühren. Wollte Jemand daran zweifeln, dass der ganze Vorgang auf der Gegenwart freier Spannungs-Elektricität beruhe, so würde er von seinen Zweifeln befreit werden, wenn er sähe, wie nur die Berührung des Nerven oder Muskels mit Leitern der Elektricität, z. B. Metalldrähten, falls sie in der Hand gehalten werden, von Wirkung ist, wie aber die Berührung mit Nichtleitern oder auch mit Leitern, sobald sie mit einem gläsernen oder elfenbeinernen Griff versehen oder auch durch eine Glasröhre gesteckt und darin eingeschmolzen, kurz vor directer Berührung mit der Hand geschützt sind, vollständig wirkungslos bleibt. Die Erklärung dieser Thatsache scheint nahe zu liegen. In dem ersteren Falle,

*) Ich will hier ausdrücklich bemerken, dass dieses sonderbare Verhalten nicht an allen Inductions-Apparaten mit gleicher Deutlichkeit zu beobachten war.

könnte man sagen, war die Ableitung eine vollkommene, das Froschpräparat wurde zur Erde abgeleitet; die bis dahin ruhende Elektricität wurde in Bewegung versetzt und damit gleichzeitig befähigt, den von ihr überströmten Nerven zu erregen. In dem andern Falle fand dagegen gar keine oder doch nur eine höchst geringfügige Ableitung und folglich auch gar keine oder doch nur eine sehr unerhebliche Bewegung der vorhandenen Elektricität statt. Eine Auslösung von Nervenkräften konnte somit durch sie nicht eintreten. Diese auf den ersten Blick so ansprechende Auffassung ist jedoch wohl nicht ganz richtig. Die Ableitung des Froschpräparats kann eine scheinbar vollkommene sein; dasselbe kann auf einer elektrisch nicht isolirten Metallplatte ruhen; es kann sogar durch eine Metallkette mit dem Erdboden in Verbindung stehen. Dennoch wird in den meisten Fällen die Berührung jener Platte oder dieser Kette mit der Hand, bei zweckmässiger Stellung der secundären Spirale, den vorher ruhigen oder bereits schwach zuckenden Schenkel in kräftige Contractionen, selbst in Tetanus, versetzen. Man kann sogar selbst vollkommen elektrisch isolirt sein und wird trotzdem bei Berührung des Froschpräparats mit der Hand, gleichviel ob dasselbe elektrisch isolirt war oder nicht, den Eintritt unipolarer Zuckungen zu beobachten Gelegenheit haben. Es folgt daraus, dass der menschliche Körper ganz besonders gut geeignet sein muss, die freie Spannungselektricität — denn davon kann dem Vorstehenden nach jetzt nur noch die Rede sein — abzuleiten und bei seiner grossen Oberfläche in reichlicher Menge zu sammeln, dass also die Berührung des Froschpräparates mit der Hand nicht darum unipolare Zuckungen hervorruft, weil jenes so mit dem Erdboden in leitende Verbindung gebracht wird, sondern deshalb, weil die freie Elektricität durch die Hand dem menschlichen Körper zugeführt wird. Es entsteht nun die Frage, in welcher Weise die Ableitung derselben das Froschpräparat erregt und so heftig zu erregen im Stande ist. Wie Jedermann weiss, bildet der Nerv desselben ausschliesslich den Ausgangspunkt der unipolaren Reizung. Denn eine Ligatur, welche dicht oberhalb der Eintrittsstelle des Nerven in die Musculatur angelegt wird, verhindert das Zustandekommen aller unipolaren Erscheinungen, mag nun der Fuss des Froschpräparats oder der Nerv mit einem der Inductions-Pole leitend verbunden sein, definitiv. Indessen ist damit nicht gesagt, dass die Muskeln durchaus unempfindlich gegen unipolare Erregung sind. Setzt man nämlich dieselbe Electrode, welche mit dem positiven resp. negativen Pole eines offenen Inductionskreises

verbunden ist und bei directer Application auf den Nerven heftigen Tetanus erzeugt, auf einen blossgelegten Gastrocnemius, so ruft dieselbe hier allerdings nicht mehr so kräftige Contractionen hervor; leichte, oberflächliche, fibrilläre Zuckungen machen sich jedoch immer noch bemerklich. Diese Thatsache, zugleich aber auch die Erkenntniss, dass wir es bei der unipolaren Reizung nur mit freier Spannungs-Elektricität zu thun haben, deuten darauf hin, dass die unipolare Erregung des Muskels sowohl als auch des Nerven von der Oberfläche dieser Organe ihren Ursprung nimmt und erst von da mittelbar auf das Nerven-Innere übertragen wird. Da sich nämlich freie Elektricität nur an der Oberfläche der leitenden Körper vorfinden kann, und der Muskel in Uebereinstimmung damit bei unipolarer Reizung auch nur oberflächlich erregt wird, so folgt mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die zuckungerregenden Kräfte des Nerven ebenfalls von da aus werden ausgelöst werden. Der Umstand, dass der Nerv von dem unipolaren Reizungsvorgange um vieles heftiger betroffen wird als der Muskel, spricht nicht dagegen. Im Gegentheil fordert unsere Auffassung diesen Unterschied sogar. Denn es ist an und für sich selbst klar, dass jedwede Veränderung der Oberfläche den Nerven, der in seinen Tausenden von Fibrillen so viele reizbare Gebilde bei engster Aneinanderlagerung dem Muskel zuführt, heftiger afficiren muss, als den umfangreicheren Muskel. — Man ahnt vielleicht bereits, worauf ich hinauskommen will, und hat vielleicht auch schon eingesehen, dass ich nach dieser Entwicklung nur Einen Weg vor mir habe, um die erregende Kraft der freien Elektricität unseres Falles zu erläutern. Es bleibt mir in der That kaum etwas Anderes übrig, als anzunehmen, dass diese Elektricität mechanisch durch Erschütterung der Oberfläche, des Neurilems also, auf das Nervenmark einwirkt und die Kräfte desselben auslöst. Es würde sich meiner Ansicht nach die freie Elektricität des Inductions-Poles über den Nerven allmälig ausbreiten und, auf irgend eine Art der Ableitung in Bewegung gesetzt, von einem Theilchen der Oberfläche des Nerven oder auch des Muskels springend, diese Theilchen zunächst, dann aber auch die ganze Masse jener Organe erschüttern. Die unipolare Zuckung würde demgemäss in ähnlicher Art zu Stande kommen, wie der Tetanus des Froschschenkels bei Anwendung des Heidenhain'schen Tetanomotors. Sucht man nun nach Stützpunkten für diese Theorie, so hat man nicht sehr weit zu suchen. Wir wissen, dass die unipolare Reizung einen erheblich mächtigeren Einfluss auf den Nerven als auf den Muskel besitzt. Ganz dasselbe gilt

für den Tetanomotor. Man vermag mit Hülfe dieses Apparats den heftigsten Tetanus hervorzurufen, sobald man den Elfenbeinhammer desselben auf den Nerven schlagen lässt; man wird sich aber ganz vergeblich bemühen, wollte man ein gleiches Resultat mit der nämlichen Leichtigkeit vom Muskel aus erhalten. Der Grund davon liegt wohl auch hier in den bereits angedeuteten Verhältnissen.

Die Möglichkeit einer Theorie der unipolaren Erregung, wie die eben mitgetheilte, und das Vorhandensein verwandter Beziehungen zwischen dem Reizungsvorgange, den jeder einzelne Pol eines offenen Inductionskreises einzuleiten befähigt ist, und zwischen demjenigen, welchen wir fast unter unseren Augen bei Gebrauch des Heidenhain'schen Instrumentes sich entwickeln sehen, wird mir somit im Allgemeinen eingeräumt werden können. Ich behaupte jetzt aber, dass man schwerlich im Stande sein wird, irgend eine andere Theorie der von mir aufgestellten entgegenzusetzen und beginne den Beweis meiner Ansicht mit der Widerlegung einiger durchaus nicht leicht wiegender Einwände. Was zuerst die Annahme betrifft, dass die strömende freie Elektricität in unserm Falle gleich dem constanten Strome einer galvanischen Säule wirke, also, wie allgemein vermuthet wird, vermöge eines der Electrolyse ähnlichen Vorganges im Nerven, so scheint dieselbe verwerflich. Es liegt zu offenbar am Tage, dass die Erregung des Nerven oder Muskels bei der unipolaren Reizung nur von der äussersten Oberfläche dieser Organe ihren Ursprung nimmt, dass das Nervenmark selbst mit der Elektricität des abgeleiteten Poles in gar keine Berührung kommt. Man könnte dem nur in einer Weise widersprechen, wenn man nämlich geneigt sein wollte, die unipolare Zuckung nicht auf die Gegenwart freier Spannungselektricität zurückzuführen, sondern auf das Vorhandensein galvanischer Elektricität. Ich wüsste jedoch nicht, wie man eine solche Annahme auch nur mit einem Scheine von Recht vertheidigen könnte. Lässt man aber die meinige gelten, so habe ich schon früher (pag. 156) gezeigt, woher das Nervenmark dann von dem unipolaren Reize nicht unmittelbar betroffen werden könne. Indessen darf nicht in Abrede gestellt werden, dass eine Reihe von Thatsachen vorliegt und immerhin noch eingehende Berücksichtigung verlangt, welche eine mechanische Theorie, wie wir sie von dem unipolaren Reizungsvorgange hier zu geben versuchen, nicht recht duldet. Nach du Bois-Reymond lässt sich nämlich auch in ihm, wie man weiss, das von Ritter und Nobili für den constanten Strom aufgestellte Zuckungsgesetz entdecken;

auch bei der unipolaren Reizung ist die Richtung des Elektricitätsstromes für den Eintritt der Muskelzuckung durchaus nicht gleichgültig. Dieser Thatsache gegenüber würde aber die für uns nunmehr unvermeidliche Forderung, dass jene freie, nur in mechanischer Weise wirksame Spannungselektricität der Inductionspole schon durch die Umkehr ihrer Strömungsrichtung in ihrer erregenden Kraft verändert würde, Vielen allzukühn erscheinen. Der Versuch nun, welcher auch in den Erscheinungen der unipolaren Zuckung die Spuren des Ritter'schen Zuckungsgesetzes nachweist, wird uns von du Bois-Reymond (Untersuchungen etc. Bd. I. p. 431) folgendermassen mitgetheilt:

„Ist man im Besitz eines stromprüfenden Schenkels, der sich auf der fünften Stufe der Erregbarkeit nach Ritter, der dritten nach Nobili befindet, wovon man sich erst an einer schwachen Kette von bekannter Strömungsrichtung zu überzeugen hat, so ist es leicht, mittelst des Gesetzes der Zuckungen die Art der Elektricität zu bestimmen, die durch den Schenkel abfliesst. Es zeigt sich nämlich alsdann, dass Zuckung nur erfolgt, wenn die Vorrichtung so angeordnet ist, dass, bei Verbindung des Fusses mit dem freien Ende des Inductionskreises, der dann stattfindende Strom in dem Nerven absteigend sein würde; bei der andern Strömungsrichtung bleibt alles in Ruhe. Dasselbe bewährt sich, wenn es nicht der Schenkel selbst ist, der ableitend berührt wird, sondern das andere freie Ende des Inductionskreises. Bringt man an beide Enden desselben stromprüfende Schenkel an, so zucken diese, so zu sagen, complementär, d. h. der eine antwortet, wenn der andere schweigt, und umgekehrt. Dabei gilt die Regel, denjenigen Schenkel ableitend zu berühren, der nach dem Gesetze der Zuckungen in Ruhe bleiben soll, um nämlich nicht durch den bereits angemerkten Umstand in die Irre geführt zu werden, dass die Zuckung bei Ableitung des Schenkels selbst stärker ausfällt, als bei Ableitung des andern Endes der Rolle.“ Danach lässt sich die Ansicht du Bois-Reymond's, wie ich glaube, in folgender Weise zusammenfassen. Die unipolare Erregung des Froschnerven ist abhängig von der Richtung, in welcher die Elektricität denselben durchfliesst. Auf einer gewissen Stufe der Erregbarkeit zuckt der Froschschenkel nur dann, wenn positive Elektricität ihn absteigend durchströmt, und es treten somit kräftige Contractionen nur ein:

1) wenn der Fuss des Froschschenkels auf dem negativen Pole aufliegt und der Nerv ableitend berührt wird.

Alsdann durchfliesst den letzteren — E aufsteigend, d. h. + E absteigend;

2) wenn der Nerv des Froschschenkels auf dem + Pole aufliegt und er selbst oder die Musculatur abgeleitet wird.

Besitzt man zwei stromprüfende Froschschenkel, welche sich auf der dritten Stufe der Erregbarkeit nach Nobili befinden, und bringt man diese an beiden Enden der Inductionsvorrichtung an, so zucken dieselben complementär. Diese Angabe ist wahrscheinlich so zu verstehen, dass von den beiden entgegengesetzten Strömen, welche beim Oeffnen und Schliessen der inducirenden Spirale entstehen, bei Ableitung eines gewissen Schenkels immer nur der eine Strom den Schenkel des andern Endes zur Contraction bringt, umgekehrt nur der zweite den vorher ruhig gebliebenen.

Nach unsern Untersuchungen können wir den eben genauer erläuterten Ergebnissen der Untersuchungen du Bois-Reymond's nicht beitreten. Wir glauben vielmehr mit Sicherheit behaupten zu dürfen, dass der Eintritt der unipolaren Zuckung ganz und gar unabhängig ist von der Strömungsrichtung der Elektricität und wollen diese Meinung jetzt durch mehrere Beweisgründe zu stützen suchen.

Wir haben schon einmal zu der Bemerkung Gelegenheit gefunden, dass bei einer gewissen, nicht zu starken Anordnung des Inductoriums allerdings bei directer Ableitung des Nerven, nicht aber bei Ableitung der Musculatur unipolare Zuckungen eintreten. Ich füge hier noch ausdrücklich hinzu, dass der Nerv dem freien Ende des Inductionskreises auflag. Wäre nun die Strömung der Elektricität im Nerven, namentlich aber die Richtung dieser Strömung für die erregende Wirkung der freien Inductions-Pole wesentlich, so müssten in beiden Fällen gleiche Erfolge erzielt werden können. Denn beide Male wird der Nerv von derselben Elektricitätsmenge in derselben Richtung durchflossen; wenigstens müssten wir so den Voraussetzungen du Bois-Reymond's gemäss annehmen. Nur der Weg, den die Elektricität zu wandern hat, ist bei Ableitung der Musculatur grösser als bei Ableitung des Nerven, und es ist also auch wohl nur der grössere Leitungswiderstand im ersteren Falle Ursache, dass die eine Form des Versuchs wirksamer erscheint als die andere? Dieser Schluss würde richtig sein, wenn nicht eben die Ableitung des Nerven sofort aufhörte, Zuckungen hervorzurufen, sobald man dieselbe Stelle des Nerven, von welcher noch ganz kürzlich eine kräftige Erregung auszugehen schien, statt, wie gewöhnlich, mit einem

trocknen Metallstäbchen, mit einem angefeuchteten berührt, oder, was sichrere Resultate liefert, statt jener Stelle des Nerven einen dicht daneben gelegenen Punkt der feuchten Glasplatte, auf welcher das Froschpräparat ruht. Um deutlicher zu sein, beschreibe ich lieber das Experiment so, wie es sich vor dem Auge des Beschauers entwickelt. Man stelle sich also vor, dass der auspräparirte Ischiadicus eines grossen Frosches mit seinem centralen Ende auf irgend einem der Pole des bereits in Thätigkeit gesetzten Inductoriums lose befestigt sei, ein Theil des peripheren Endes auf der in nächster Nähe des Schenkels immer feuchten Glasplatte ruhe; der Rest schwebe frei in der Luft. Werden nun verschiedene Punkte des Nerven mit einem zugespitzten Metallstäbchen abgeleitet, so bemerkt man zunächst, dass die am meisten central gelegenen am wenigsten fähig sind, unipolar erregt zu werden, die peripheren Punkte aber eine bedeutend grössere Empfindlichkeit dagegen besitzen, Thatsachen, die sich augenscheinlich mit der zu widerlegenden Deutung unseres Versuchs nicht vertragen. Machen wir nun die Annahme — und diese Annahme ist durch die Möglichkeit ihrer praktischen Ausführbarkeit jeden Augenblick zu rechtfertigen — es wären bei der Berührung des Nerven an dem Punkte, welcher die Grenze bildet zwischen der schwebenden und zwischen der ruhenden Strecke desselben, noch eben deutliche Zuckungen des Schenkels gesehen worden, so werden diese, wie ich behaupten darf, von dem Augenblicke an schweigen, in welchem wir die feuchte Unterlage dicht daneben berührt haben. Das heisst also: vorausgesetzt, die Anordnung der Inductionsvorrichtung ist nicht zu stark gewählt, so kann durch den Versuch erwiesen werden, dass die unipolare Erregung in diesem Falle von der abgeleiteten Stelle des Nerven allein ausgeht, anders ausgedrückt, von dem Uebergangspunkte der freien Elektricität in den ableitenden Stab. Ich will die Richtigkeit dieser Auffassung noch strenger beweisen. Man denke sich wiederum den Nerven eines Froschpräparats, zum grössten Theile frei in der Luft schwebend, mit einem Pole der inducirten Spirale in Verbindung gesetzt; die Anordnung des Apparats sei so gewählt, dass eben gerade Zuckungen des Schenkels ohne jede directe Ableitung, so zu sagen, spontan deutlich werden. Lässt man nun den Nerven auf die feuchte Oberfläche der Glasplatte, welche das Froschpräparat trägt, herabfallen, so erlöschen diese Contractionen in dem Augenblicke, in welchem er dieselbe erreicht und berührt. Ein ähnliches Resultat erhält man auch,

wenn wir in folgender Weise experimentiren. Ist nämlich die Anordnung der Inductionsvorrichtung nicht zu stark, und liegt der Nerv von vorn herein zum grössten Theile auf feuchter Unterlage, anstatt frei von dem Poldrahte herabzuhängen, so erhält man bei zweckentsprechender Stellung der secundären Spirale bei Ableitung dieser letzteren noch keine unipolaren Zuckungen, während dieselben sofort zu Tage treten, wenn man den Nerven selbst an seiner nach oben gekehrten, von der Unterlage abgewandten Oberfläche ableitet. Solchen Thatsachen gegenüber, Thatsachen, welche die kurz zuvor ausgesprochene Ansicht über den Ausgangs-Punkt der unipolaren Erregung im Nerven wohl ganz nachdrücklich bestätigen, kann aber kaum mehr daran gedacht werden, der Strömungs-Richtung der Elektricität irgend einen Einfluss zu vindiciren. Man müsste dann im Stande sein, sich über einen Widerspruch hinwegzusetzen, der aus den Ergebnissen unserer Untersuchung schroff genug hervorspringt. Man müsste nämlich glauben können, dass, wiewohl die Strömung der Elektricität durch eine beträchtliche Strecke des Nerven nachweisbar keine wesentliche Bedeutung hat, die Richtung einer bedeutungslosen Strömung in unserm Falle doch noch Einfluss besitze.

Man könnte endlich behaupten wollen, dass der Unterschied, welcher zwischen den beiden Polen der inducirten Spirale hinsichtlich ihrer Reizkraft besteht, von mir völlig missverstanden wäre. Man besinnt sich vielleicht, dass ich angegeben hatte, der positive Pol meines Inductoriums errege den Nerven unipolar weit weniger kräftig als der negative. Es wäre nur möglich, dass diese Verschiedenheit ihrer Wirkung nicht auf abweichenden Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Elektricitäten, sondern auf der Verschiedenheit der Strömungsrichtungen beruhe, welche nach du Bois-Reymond wechseln müssen, je nachdem der Nerv mit dem einen oder mit dem andern Pole der secundären Spirale verbunden wird. Allein, um nur einen Einwand beizubringen, der Muthmassungen der Art genügend zurückweisen dürfte: der Froschschenkel des positiven Pols zuckte in den Versuchen, welche das mitgetheilte Resultat ergaben, bei nicht zu starker Anordnung des Inductionsapparats weder, wenn der Fuss desselben dem freien Ende des Inductionskreises auflag, der Nerv also aufsteigend von positiver Elektricität durchflossen wird, noch, wenn der Nerv sich daselbst befand. Nichtsdestoweniger zuckte der nämliche Schenkel bei der nämlichen Anordnung des Apparates sehr heftig, wenn der Fuss oder der Nerv desselben auf den negativen Pol

gebracht und ableitend berührt wurde. Wäre nun der angedeutete Irrthum wirklich von mir begangen worden, hätte sich der untersuchte Nerv gerade auf der erforderlichen Erregbarkeitsstufe befunden, in welcher er die von du Bois-Reymond beschriebenen Eigenthümlichkeiten entwickelt, so hätte die verschiedene Lagerung des Präparats auch einen entschiedenen Einfluss haben müssen auf die Erscheinungsweise der Zuckungen. Dies war jedoch nicht der Fall. Folglich haben wir es hier mit einer Sache zu thun, die mit den Beobachtungen du Bois-Reymond's in gar keinem Zusammenhange steht. Zugleich kann ich übrigens hinzufügen, dass Froschschenkel, welche sich auf der dritten Erregbarkeitsstufe nach Nobili befanden, genau dasselbe Verhalten zeigten, wie ganz frische Präparate, und bei meinem Experimentationsverfahren die Behauptungen du Bois-Reymond's nicht bestätigen liessen. Fragt man nun nach dem Grunde, woher der positive Pol dem negativen an Reizkraft nachstehe, so muss ich vorläufig die Antwort schuldig bleiben. Gesucht habe ich die Auflösung des Räthsels, und, wenn das eigentliche Ziel auch nicht erreicht wurde, so sind meine Bemühungen doch in anderer Hinsicht nicht ganz vergeblich gewesen. Ich gelangte nämlich sehr bald zu der Erkenntniss, dass die freie Elektricität der einzelnen Pole eines Inductionskreises sich erst bei starker Anordnung des Apparats über den ganzen Nerven hinweg bis zum Muskel herab ausbreitet, dass aber besonders gut bei schwächerer Anordnung desselben eine Elektricitätsvertheilung nachweisbar wird, wie sie unter Umständen im Schliessungsbogen einer constanten Kette stattfindet. Dort wie hier ist die Menge der freien Elektricität um so grösser, je näher dem zuführenden Pole danach gesucht wird, um so geringer, je weiter entfernt davon. Um dieses Verhalten bequem studiren zu können, hatte ich von den beiden Polen des im Anfange dieses Aufsatzes angegebenen Inductions-Apparats je einen Draht zu den beiden isolirten Klemmschrauben eines gewöhnlichen Pohl'schen Gyrotropen geführt. Von den noch übrigen zwei Klemmschrauben wurde nur die eine mit einem Arme des du Bois'schen allgemeinen Trägers verbunden. Durch Umlegen der Wippe konnte also bald der positive, bald der negative Pol zum Versuch verwandt werden. Der Nerv eines Froschschenkels wurde jetzt mit seinem centralen Ende auf das Platin-Ende des Trägers gebracht, die Spiralen der Inductionsvorrichtung so eingestellt, dass nur bei Berührung der peripheren Strecke des Nerven mit der Hand, oder besser einem Metallstäbchen, Zuckungen des Schenkels eintraten.

Letzteres vertauschte ich alsdann mit einem zweiten Froschpräparat, und konnte nun mit grösster Sicherheit beobachten, wie Ableitung der Musculatur des ersten Schenkels mit dem Nerven des zweiten für beide Präparate wirkungslos blieb. Wurde der Nerv des ersten aber in derselben Weise abgeleitet, und zwar an seinem peripheren Ende, so gerieth die von ihm beherrschte Musculatur in Zuckungen, die Musculatur des zweiten Schenkels blieb dagegen auch jetzt noch immer ruhig, und wurde erst dann in immer heftigere Thätigkeit versetzt, wenn der ableitende Nerv sich dem reizenden Pole mehr und mehr näherte. Da wir bereits wissen, dass die peripheren, dünneren Theile des Froschcruralis unipolar erregbarer sind, als die centralen, dickeren, so wird es Niemand auffallen, wenn er bei Ausführung des geschilderten Versuchs einmal sieht, dass die Zuckungen des abgeleiteten Schenkels schwächer werden, ja ganz erlöschen, wenn das centrale Ende des ihm zugehörigen Nerven mit dem ableitenden Präparate berührt wird, und auf der andern Seite bemerkt, dass das letztere nur dann kräftig erregt wird, wenn sein peripheres Ende als Ableitungsmittel dient, wenn man also, das centrale Ende desselben in der einen Hand festhaltend, den Fuss des betreffenden Schenkels mit der andern fasst, und nun, Nerv und Nerv gekreuzt, zum Pole aufwärts gleitet. Wie zu vermuthen stand, erhält man die gleichen Resultate, ob man nun am positiven oder am negativen Pole experimentirt. Immer zuckt der ableitende Schenkel am stärksten, wenn er in der Nähe des Poles mit dem abgeleiteten Nerven in Berührung kommt, und somit muss hier auch die Dichtigkeit der freien Elektricität am grössten sein. Aus dieser Vertheilungsweise der Elektricität und aus einer gleich zu erwähnenden Thatsache fliesst aber, wie ich meine, die Erklärung zweier andern bisher noch räthselhaften Erscheinungen. Einmal nämlich ergiebt sich klar, woher man die unipolaren Wirkungen eines Inductions-Apparats durch keine noch so sorgfältige Isolation des Nerven-Präparats gänzlich aufheben kann, und zweitens wird begreiflich, warum die Ableitung des zweiten freien Pols keinen erregungssteigernden Einfluss ausübt, wenn der Fuss des Froschschenkels auf dem andern ruht. — Um mit der Erklärung der ersteren Thatsache zu beginnen, so ist, wenn ich nicht irre, von Pflüger angegeben worden, dass eine vollständige Ableitung des Froschschenkels zur Erde gerade nicht erfordert wird, um den Eintritt unipolarer Zuckungen zu begünstigen. Vielmehr treten dieselben in der nämlichen Stärke auf, wenn irgend ein elektrischer Leiter von nicht zu

kleiner Oberfläche anstatt der Erde mit dem unipolar erregten Schenkel in Verbindung gebracht wird. In Uebereinstimmung damit haben wir gesehen, dass der menschliche Körper ebenso gut als der Erdboden zu elektrischer Ableitung befähigt ist, ja wir haben sogar gesehen, dass er unter den Verhältnissen, in welchen man doch in der Regel experimentiren wird, noch mehr leistet. Gestützt auf diese Erfahrung behaupte ich nun, dass die Musculatur des Froschschenkels selbst mit sammt der Glasplatte, auf welcher derselbe ruht, und die er sehr bald in weiterem Umkreise feucht macht, umfangreich genug ist, um ähnlich, wie der menschliche Körper, als Ableiter der freien Elektricität zu dienen. Dieser Ansicht gemäss würde es theoretisch genau so schwierig sein, die Bedingungen festzustellen, unter welchen alle und jede unipolaren Wirkungen eines Inductions-Apparates unmöglich werden müssten, als es praktisch unausführbar ist, dieselben gänzlich auszuschliessen. Der Einklang zwischen Theorie und Praxis wäre somit vollkommen, und wir brauchen auch keineswegs eine Störung desselben zu befürchten. Denn es kann die Richtigkeit der Voraussetzung, auf welcher er sich gründet, bewiesen werden. Man erinnere sich nur daran, dass ableitende Berührung des zweiten freien Pols eines offenen Inductionskreises unipolare Zuckungen in der Schenkel-Musculatur des mit dem andern Pole verbundenen Frosch-Präparats hervorruft. Wäre nun diese Musculatur wirklich umfangreich genug, um als Ableiter functioniren zu können, so muss, wenn jener zweite Pol anstatt mit dem menschlichen Körper oder mit dem Erdboden mit einem zweiten Froschschenkel verbunden wird, der gleiche Erfolg eintreten. Dem ist in der That so. Führt man nämlich von beiden Polen der secundären Spirale je einen Draht zu zwei Armen des du Bois'schen allgemeinen Trägers, und bringt man ferner auf jeden Arm den Nerv je eines Froschpräparats — beide Präparate müssen selbstverständlich auf gesonderten Glasplatten liegen —, so kann man leicht beobachten, dass zunächst der Schenkel des negativen Poles früher, d. h. bei schwächerer Anordnung der Inductionsvorrichtung, zu zucken beginnt, wenn der zweite Schenkel mit dem positiven Pole in Verbindung steht, als wenn derselbe von dort entfernt ist. In der bequemsten Weise ist man im Stande, unipolare Zuckungen des ersten Schenkels beliebig hervorzurufen und wieder verschwinden zu lassen, wenn man den Nerven des zweiten auf das Ende eines Glasstäbchens bringt und ihn dann bald auf den betreffenden Pol legt, bald von da fortnimmt. Ganz dasselbe lässt sich natürlich auch für den Schenkel des posi-

tiven Pols erweisen. Somit besitzt die Musculatur des Froschpräparats zweifellos eine hinreichend grosse Oberfläche, um, wie andere Leiter der Elektricität von noch bedeutenderem Umfange, als unipolares Ableitungsmittel zu dienen, und es haben also die von uns sogenannten spontanen unipolaren Zuckungen bei völliger Isolation des Schenkels nichts Auffälliges mehr.

Es bleibt zu erklären, warum das Froschpräparat bei Verbindung des Fusses mit dem einen freien Ende des Inductionskreises nicht zucken kann, wenn das andere Ende abgeleitet wird. Da nun aber, wie wir eben erfahren haben, der Fuss und die auf ihn folgende Musculatur des Unterschenkels genau dieselbe Fähigkeit der elektrischen Ableitung besitzen, wie z. B. die Hand des Experimentirenden, so ist ersichtlich, dass unter gewissen Umständen jener, ebenso wie diese, das Zustandekommen aller unipolaren Erscheinungen abzuschneiden im Stande sein muss. Bekanntlich erlöschen auch die lebhaftesten unipolaren Zuckungen mit einem Schlage, sobald man den Pol einer secundären Spirale dicht oberhalb der Stelle, wo er mit dem Nerven in Berührung kommt, mit der Hand ableitet. Diese nimmt nämlich die daselbst vorhandenen elektrischen Spannungen in sich auf und lässt dem unterhalb liegenden Nerven wenig oder nichts davon zukommen; sie leitet gleichsam die Quelle der Elektricität ab und mit ihr natürlich auch den ganzen Strom, der sich sonst unfehlbar über den Nerven ergossen haben würde. Dasselbe steht zu erwarten, wenn wir an Stelle der Hand und des menschlichen Körpers den Unterschenkel und Fuss eines Frosches substituiren, denn auch diese leiten die Elektricität ab, und daher konnte du Bois-Reymond bei Verbindung des Fusses mit dem einen Inductions-Pole und Ableitung des zweiten keine unipolaren Zuckungen des Froschpräparats eintreten sehen.

Wir wenden uns nunmehr schliesslich der Besprechung eines andern Falles zu, der Besprechung der unipolaren Wirkungen, welche eine inducirte Spirale im unvollständig geschlossenen Zustande ausübt. Du Bois-Reymond hat auch hier der elektrischen Strömungsrichtung eine grosse Wichtigkeit beigelegt. Indessen ist auch hier meiner Ansicht nach den Erscheinungen aus denselben Gründen dieselbe Deutung unterzulegen, welche wir eben für den Fall des offenen Inductionskreises entwickelt haben. Ich brauche also nur noch die Form des Experiments anzugeben, welche ich meinen Untersuchungen zu Grunde legte, und wähle mir zu diesem

Zweck die einfachste und bequemste aus. Sie besteht darin, dass man über die beiden Enden der secundären Spirale einen nassen Seidenfaden bindet und nun verschiedene Punkte desselben mit dem Nerven eines Froschschenkels ableitend berührt. Bei nicht zu schwacher Anordnung der Inductionsvorrichtung beobachtet man alsdann den Eintritt unipolarer Zuckungen, wenn der Nerv den negativen Pol selbst oder die in der Nähe desselben gelegenen Fadenpunkte, mögen diese nun intra- oder extrapolar gelegen sein, ableitet. Je weiter man sich aber vom Pole entfernt, um so schwächer werden die Contractionen, bis endlich ein Punkt erreicht wird, dessen Ableitung gar keine Wirkung mehr besitzt. Geht man über diesen Punkt hinaus und verstärkt allenfalls noch gleichzeitig die Kraft des Inductions-Apparats, so treten von Neuem Zuckungen auf, die, anfangs wenig deutlich, an Grösse mehr und mehr zunehmen, schliesslich ihr Intensitäts-Maximum am positiven Pole erreichen, der unipolaren Erregungsfähigkeit desselben also überhaupt ihre Entstehung verdanken. Fast selbstverständlich bleiben, wie vorhin am negativen, so auch hier am positiven Pole, unipolare Zuckungen nicht aus, wenn extrapolare Fadenpunkte in der Nähe des letztern abgeleitet werden. Dieselben fallen um so schwächer aus, je weiter man sich vom +Pole entfernt.

Fassen wir nun das Resultat der ganzen Untersuchung in kurzen Worten zusammen, so ist uns, wie ich denke, der Nachweis nicht misslungen, dass die unipolare Zuckung einzig und allein durch die mechanische Erschütterung zu Wege gebracht wird, welche die strömende, freie Spannungs-Elektricität den Nerven- resp. Muskel-Partikelchen mittheilt. Wir haben ihn positiv dadurch geführt, dass wir zeigten, wie namentlich die Punkte des Nerven, an welchen derselbe ableitend berührt wurde, den Ausgang der Reizung bildeten, wie ferner auf die Strömung der Elektricität durch eine grössere oder kleinere Strecke des Nerven weniger ankomme. Wir haben den Nachweis negativ geführt, dadurch, dass wir die Bedeutungslosigkeit der elektrischen Strömungs-Richtung für die unipolare Erregung darthaten. Wir halten uns somit in der That für berechtigt, die Wirkung des Heidenhain'schen Tetanomotors mit der der unipolaren Ableitung zu identificiren.

Schlussbemerkung.

Der mir anfangs nicht recht begreifliche Umstand, dass der +Pol des von mir in Gebrauch gezogenen Inductions-

Apparates den Froschschenkel weniger kräftig unipolar erregt als der —Pol, erklärt sich wohl einfach daraus, dass die dem ersteren zugehörigen Windungen der secundären Spirale die inneren Lagen derselben bilden, die in ihnen erzeugte E bei ungeschlossenem Stromkreise also durch die primäre Rolle und ihren Eisenkern ähnlich wie von einer Condensatorplatte theilweis gebunden wird.

Untersuchungen über die Entwicklung der Zähne.

Von

Dr. W. Waldeyer,

Privatdocenten an der Universität Breslau.

Zweite Abtheilung.

(Hierzu Taf. VI.)

Die im vierten Bande der Königsberger medicin. Jahrbücher pag. 236—300 veröffentlichten Untersuchungen über die Genese der Zähne bezogen sich auf die Entwicklung des Zahns als Ganzes und auf die Bildung des Schmelzes. Ich bespreche im Folgenden die Entwicklung des Zahnbeins (Elfenbeins), der sich eine Betrachtung des Cements und des sogenannten Zahnsäckchens anschliessen soll. An den betreffenden Orten werden dann auch die verschiedenen bei der Entwicklung der Zahngewebe beschriebenen „Häutchen", die Membrana praeformativa, das Huxley'sche Häutchen und das Schmelzoberhäutchen ihre Erledigung finden.

Zahnbein und Zahnbeinpulpa.

Bekanntlich besteht die Hauptmasse der Säugethierzähne, die wir hier vorzugsweise im Auge haben, aus einer anscheinend homogenen, atlasglänzenden Masse, dem Zahnbein oder Elfenbein (Dentine der Engländer). Dasselbe erscheint unter dem Mikroskop beim getrockneten Zahn von zahlreichen, lufthaltigen Kanälen durchzogen, deren mannichfach verästelter Verlauf von der Pulpahöhle bis zum Schmelz resp.

Cement hin, von verschiedenen Seiten [1]) genau und ausführlich beschrieben worden ist. Wir heben hier, als für die Entwicklung des Zahnbeins bemerkenswerth, nur hervor, dass diese Kanälchen, und natürlich auch ihr gleich zu erwähnender Inhalt, sich häufig theilen, meist dichotomisch, und dass kleinere, frei endende oder mit anderen zusammenhängende Seitenäste vorkommen. Das Ende der Kanälchen an der Peripherie des Dentins ist verschieden. Gewöhnlich verschwinden sie, nachdem sie sich noch kurz vorher recht reichlich verzweigt haben, in einer besondern Schicht des Zahnbeins, der von Tomes sogenannten granular layer. Es ist dieses, wie bereits in meiner frühern Abhandlung (a. a. O. pag. 283) erwähnt, eine Lage Elfenbein dicht unterhalb des Cements, resp. des Schmelzes gelegen, worin grössere und kleinere mit einander communicirende Lücken dicht gedrängt sich finden. (Vgl. die Abbildung bei Kölliker, Gewebel. 4te Aufl. Fig. 219. pag. 403.) Die Zahnbeinkanälchen gehen nun zum grössten Theil in diese Lücken über. Ein anderer Theil endet, in feine Spitzen ausgezogen, an der Grenze des Dentins ohne Weiteres. Von fast allen Autoren sind schliesslich Endschlingen der Zahnkanälchen beschrieben worden. Diese Anschauung stammt aus einer Zeit, wo die Endschlingen für fast alle fasrigen Gebilde in der Histologie Mode waren, und sie haben sich aus einem Lehrbuche in das andere vererbt. Indessen wird Jeder zugeben, dass es unmöglich ist, bei so vielfach verzweigten Gebilden mit Bestimmtheit zu sagen, ob eine vorliegende schlingenförmige Umbiegung wirklich eine Endschlinge sei. Sollten in der That solche Endschlingen vorkommen, so sind sie nach meinen Beobachtungen jedenfalls äusserst selten. Etwas anders ist es mit schlingenförmigen Anastomosen, die man öfter trifft. — Besonders hervorgehoben zu werden verdient noch die Communication der Zahnröhrchen mit den Knochenhöhlen des Cements und mit unregelmässigen Lücken im Schmelz. Tomes [2]) hat sogar directe Fortsetzun-

1) Retzius in Müller's Archiv 1837.
Krukenberg ibid. 1849.
Owen, Odontography, London 1840—1845. 2 Voll. (1 Text, 1 Atlas.)
Kölliker, Mikroskop. Anatomie II. 1.
Welcker in Ztschrft für rationelle Medicin. Neue Folge. 8ter Bd. 1857, Bemerkungen zur Mikrographie, pag. 252. (Spiralwindung der Zahnröhrchen.)

2) On the structure of the teeth of Marsupial animals. London Philosoph. Transactions 1849. pag. 403 ff. Taf. 35 u. 36. und
On the structure of the dental tissues of the order Rodentia, ibid. 1850. pag. 529 ff. Vergl. auch Kölliker, Gewebel. 4te Aufl. pag. 399 u. 402.

gen der Zahnröhrchen in den Schmelz hinein angenommen und dieses bei den Beutelthieren und einigen Nagern als eine regelmässige Bildung dargestellt.

Den Lücken der granular layer schliessen sich die von Czermak [1]) genauer beschriebenen Interglobularräume an. Dieselben bilden, an den verschiedensten Stellen des Zahnbeins vorkommend, grössere unregelmässige Hohlräume. Die begrenzenden Vorsprünge des Zahnbeins, oft kuglig gestaltet, hat man Zahnbeinkugeln genannt [2]).

Alle diese Hohlräume, so wie sie uns der trockne Zahnschliff zeigt, sind nun im lebenden, frischen Zahn mit organischer Substanz ausgefüllt. Tomes [3]) machte 1856 die schöne Entdeckung, dass in den Zahnkanälchen weiche biegsame Fasern enthalten seien. Diese Zahnfasern, wie sie Kölliker nennt, sind nun für die ganze Auffassung des Zahnbeins und namentlich für seine Genese von der grössten Bedeutung. Kölliker [4]) identificirt sie ohne Weiteres mit den faserartigen Gebilden, welche man isolirt erhält, wenn man ein Stück Zahnbein in Mineralsäuren vollständig macerirt, und die man früher allgemein für die Wände der Zahnröhrchen hielt. In Folge dessen erklärt nunmehr Kölliker die Zahnröhrchen für wandungslos, für einfache kanalartige Lücken in der Grundsubstanz.

Es hat indessen kürzlich E. Neumann [5]) gezeigt, dass die Zahnröhrchen noch eine besondere Wandschicht besitzen. Er macerirte Zähne auf's Sorgfältigste, kochte sie dann noch kurze Zeit in kaustischen Alkalien oder in Mineralsäuren, um alle Weichtheile, namentlich die Zahnfasern zu zerstören. Aber auch nach diesen Proceduren konnten immer noch die bekannten röhrenförmigen Gebilde vom Charakter der Zahnkanälchen isolirt werden. Somit wären die Zahnkanälchen nicht einfache Lücken der Zahnbeingrundsubstanz, sondern hätten eine besondere Wandschicht, sehr resistent gegen Säuren und Alkalien, und wohl zu unterscheiden von der leicht

---

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie von v. Siebold u. Kölliker. Bd. II. 1850.

2) A. Hill Hassall hat dieselben zuerst gesehen, aber falsch gedeutet; s. the microscopic anatomy of the human body 1849. p. 316. Abbildung Taf. 37. Nr. 5.

3) On the presence of fibrils of soft tissue in the dentinal tubes. London Philosoph. Transactions 1856. part II. pag. 515 ff.

4) Gewebel. 4te Aufl. pag. 396 u. 398.

5) Beitrag zur Kenntniss des normalen Zahn- und Knochengewebes. Leipzig, F. C. W. Vogel. 1863. 8.

zerstörbaren Zahnfaser. Neumann nennt diese Wandschicht Zahnscheide[1]).

Auch der Inhalt der Interglobularräume und der kleinen Lücken der granular layer ist eine weiche Masse, die nach Kölliker (Gewebel. 4te Aufl. pag. 400) mit der organischen Grundlage des Zahnbeins, dem sogenannten Zahnknorpel, übereinstimmt.

Wir hätten somit als Hauptbestandtheile des fertigen Zahnbeins: Grundsubstanz (Intertubularsubstanz), Zahnscheiden und Zahnfasern zu unterscheiden, zu welchen noch die Interglo bularräume mit ihrem weichen Inhalt hinzukämen. Da manche der vorhin erwähnten Angaben nicht ohne Controverse sind und bei der Histogenese des Zahnbeins in Frage kommen, so musste ich mir erst durch erneuerte Untersuchung des letztern eine eigene Basis zu verschaffen suchen. Drei Puncte waren es vor Allem, worauf es mir hier ankam: Die Beschaffenheit der Zahnbeingrundsubstanz, ob homogen oder weiter zerlegbar, die Existenz der Zahnscheiden und die Frage nach der Fortsetzung der Zahnkanälchen in den Schmelz hinein.

Wenn die älteren Autoren, z. B. Malpighi (Anatome Plantarum, Lugd. Batav. 1687), Fr. Cuvier u. A. von einem fasrigen Bau der Intertubularsubstanz sprechen, so sind diese Angaben doch nur von dem seidenfasrig glänzenden Ansehen derselben, oder von der Beschaffenheit des entkalkten Elfenbeins hergenommen, welches leicht sich in mikroskopisch wahrnehmbare faserartige Splitter trennen lässt. Die Anschauungen vom homogenen oder fasrigen Bau der Grundsubstanz hingen schon damals mit der Ansicht von der Entwicklung des Dentins zusammen. Diejenigen, welche die Pulpa verknöchern liessen, nahmen Fasern an, während andererseits die Vertheidiger der Exsudationstheorie für die Homogenität auftraten.

Von den neueren, auf mikroskopische Untersuchungen gestützten Autoren hat Schwann[2]) sehr ausführlich eine Zusammensetzung aus Fasern beschrieben. Er sagt, dass nach längerer Maceration in Salzsäure, wenn der Zahnknorpel anfange breiig weich zu werden, derselbe von selbst in die Fasern zerfalle. Er identificirt diese Gebilde mit den schon von Purkinje und Raschkow gesehenen Fasern, die sich an

1) Schon J. Müller (Lehrb. der Physiologie) und Henle (Allg. Anatomie p. 855) haben durch Zerzupfen oder Zersprengen faserartige Gebilde aus dem Zahnbein isolirt, ob aber Zahnfasern oder Zahnscheiden, ist natürlich nicht zu ermitteln.

2) Mikroskopische Untersuchungen etc. pag. 124. Abbildung Tab. III. Fig. 5.

der Oberfläche der Pulpa bilden sollten, d. h. den später zu besprechenden Elfenbeinzellen. Henle[1]) schildert eingehend den fasrigen Bau der Grundsubstanz: „Auf Longitudinalschnitten sei leicht zu erkennen, dass der ganze Zahnknorpel aus Fasern bestehe, welche in derselben Richtung gehen, wie die Zahnkanälchen; dieselben stimmten in der Form mit Linsenfasern, in der Farbe mit den Elementen der Mittelhaut der Arterien (d. h. glatten Muskelfasern) überein."

Kölliker sagt dagegen [2]): „Die Grundsubstanz ist an frischen Zähnen auch in den feinsten Schliffen ganz gleichartig, ohne Spur von einer Zusammensetzung aus Zellen, Fasern oder andern Elementen." Die nach Extraction der Salze trennbaren Fasern erklärt er für Kunstproducte. Auch Hannover[3]) nennt die Intertubularsubstanz structurlos.

Fürstenberg[4]), indem er sich auf seine Ansicht, dass der Knochen sich aus Zellen mit verdickten Wänden zusammensetze, stützt, spricht eine sogenannte Zwischensubstanz auch den Zähnen ab. „Die vermeintliche Intercellularsubstanz des Zahnbeins besteht aus den indurirten Zahnbeinzellen, in deren Innern Hohlräume, die untereinander verschmelzen, die sogenannten Zahnröhrchen oder Zahnkanälchen verlaufen" (s. pag. 8). Im Anschluss hieran muss ich noch nach dem Citat von Kölliker (Mikroskopische Anatomie II, 1. pag. 60) Alex. Nasmyth erwähnen, der der Dentingrundsubstanz einen „zelligen" Bau zuschreibt.

Im Wesentlichen stehen sich somit noch jetzt zwei Meinungen gegenüber: entweder ist die Grundsubstanz eine homogene Masse, ein structurloses Abscheidungsproduct, oder sie ist das Resultat einer Verkalkung von schon vorher in bestimmte Formen geprägten Gebilden, Zellen, resp. Fasern.

So viel ich habe eruiren können, lässt sich eine scharf charakterisirte, einen unmittelbaren Schluss auf die Entstehung zulassende Zusammensetzung der Grundsubstanz des Zahnbeins nicht nachweisen. Henle und Schwann haben, besonders der Erstere, die bei der Maceration in Säuren hervortretenden fasrigen Gebilde bereits so getreu und gut beschrieben, dass es sehr überflüssig wäre, dasselbe hier noch einmal vorzuneh-

---

1) Allgem. Anatomie pag. 856.

2) Mikroskopische Anatomie p. 56 ff.; u. Gewebel. 4te Aufl. p. 395.

3) Hannover, Bau u. Entwicklung des Säugethierzahns. Nova acta acad. Caes. Leop. natur. curios. Breslau u. Bonn. 1856.

4) Ueber einige Zellen mit verdickten Wänden im Thierkörper. Müller's Archiv 1857. pag. 1.

men. Es gelingt nicht, an den durch die Maceration gewonnenen Stücken einen Zellenhabitus zu erkennen. Es sind eben diese Stücke durch den Verlauf der Zahnkanäle bestimmt. Natürlicherweise bilden sie ebenso wie die Röhren ein Netzwerk untereinander mit sehr lang ausgezogenen Maschen. Beide Netzwerke, das der Röhren und das der Grundsubstanz, greifen ohne Dazwischenkunft eines dritten Gebildes auf's Innigste ineinander und bedingen gegenseitig ihre Lage und Form. An den Stellen, wo die zarten Communicationen sind, reissen natürlich die Zahnbeinfasern bei der Maceration von einander, und so bekommt man nur selten eine grössere Anzahl Fasern netzförmig mit einander verbunden zu Gesicht [1]).

Die peripherischen Theile des Zahnbeins haben, auch abgesehen von der Tomes'schen Körnerlage, bei manchen Species ihre Besonderheiten. So kommt Zahnbein vor, das auf Querschnitten an der Peripherie wie aus einem deutlichen Kegelepithel verhärtet erscheint. Die einzelnen Abtheilungen dieser „Randzone“ (vergl. die Abbildung Taf. VI. Fig. 5.) sehen mit ihrer breiten Basis nach dem Schmelz, resp. dem Cement, und spitzen sich, zwischen zwei feine Endäste von Zahnkanälchen eingefasst, nach dem andern Ende hin zu. Am schönsten lieferten mir Schnitte vom Eckzahn des Hundes diesen Bau. Ich habe dabei auch trockne Schliffe verglichen, bei denen an Stellen, wo die kleinkörnige Interglobularsubstanz liegt, diese ebenfalls in solche kegelzellähnliche Figuren geordnet war. Auch am feuchten (Chromsäure-) Präparat erscheinen die einzelnen zelligen Abtheilungen fein wolkig, körnig. Nicht immer ist diese Randzone gegen die übrige Elfenbeinmasse distinct abgesetzt; es gibt dann mitunter eine zweite, schon weniger deutlich in besondere Abtheilungen gebrachte Lage unter ihr, die den Uebergang zur gewohnten Elfenbeintextur vermittelt [2]). Was die von Neumann beschriebenen Zahnscheiden betrifft, so kann ich ihre Existenz durchaus be-

---

1) Das Gewebe der Fischzähne, z B. der Hechtzähne u. a., zeigt einen etwas abweichenden Bau. Der Axentheil derselben besteht aus einer der Knochengrundsubstanz sehr ähnlichen Masse, welche nach Art eines spongiösen Knochengewebes in Balken mit sehr lang gezogenen Maschen zerfällt. Die Grundsubstanz dieser Balken ist fein fibrillär, wie manches Knochengewebe. Die Zähne der Fische zeigen überhaupt einen ganz directen Uebergang von Zahnbein in Knochengewebe, der für die Analogien beider sehr lehrreich ist. S. auch Owen, Odontography.

2) Meines Wissens ist der Einzige, der etwas Aehnliches beobachtet hat, Hannover, s. Nova acta Acad. Caes. Leop. natur. curios. 1856. Breslau u. Bonn. pag. 866, Fig. 30; er hält die Randkörper für kolbige Anfänge der Dentinröhren.

stätigen. Die aus frischen Zähnen isolirten fasrigen Gebilde sind streng genommen Röhren mit sehr zarten, jedoch äusserst resistenten Wänden, in denen erst die eigentliche Tomes'sche Zahnfaser lagert. Man findet sehr häufig bei frischen Zähnen Röhren, deren Inhalt stellenweise zertrümmert oder der Quere nach zerrissen ist, während die Wandung erhalten blieb. Sie erinnern an die Abbildung, welche Kölliker in seiner mikroskop. Anatomie, II, 1. p. 62, Fig. 190 von isolirten Pferdezahnröhrchen gegeben hat. Auch eine zweite Abhandlung von Neumann, „Das Wesen der Zahncaries“ (Archiv für klin. Chirurgie von Gurlt und Billroth, VI. Bd. pag. 128, Taf. II. Fig. 9), liefert eine ähnliche Beschreibung für cariöse Zähne.

Die Fortsetzung von Zahnkanälchen in den Schmelz ist mir trotz alles Vertrauens, was ich aus mannichfachen Nachuntersuchungen zu Tomes'schen Angaben habe, mehr als zweifelhaft. Für den Menschen, das Lamm, Kalb, Pferd, Kaninchen, Eichhörnchen, Schwein, den Hund, die Katze, muss ich eine solche Fortsetzung bestimmt in Abrede stellen. Jene oben von mir sogenannte Randzone macht eine scharfe Grenze; kein Zahnkanälchen geht darüber hinaus. Ich habe mir bis jetzt noch keinen Beutelthierzahn verschaffen können, um dort die Angaben zu prüfen, vermuthe aber mit Hannover, a. a. O. pag. 862, dass der sogenannte Schmelz dieser Thiere nur ein modificirtes Zahnbein sei. Ich komme nachher bei der Genese des Elfenbeins auf diesen Punkt so wie auf die Bildung der Zahnscheiden zurück.

Von der Betrachtung des fertigen Zahnbeins wird uns die Untersuchung des Zahnbeinkeims, der später sogenannten Zahnpulpa, am naturgemässesten zur richtigen Auffassung der Entwicklungsvorgänge führen. Der Bau der Pulpa ist in den verschiedenen Altersperioden des Zahns verschieden, doch nicht so sehr, dass nicht der eine Zustand bequem auf den andern zurückgeführt werden könnte. Wir sahen im ersten Theile unserer Arbeit (a. a. O. pag. 254), dass die Zahnpulpa aus demselben Blastem entsteht, welches der Schleimhaut des Kiefers so wie einem Theile der Alveolenwand des letztern selbst zur Grundlage dient, und es lässt sich anfangs die spätere Pulpa von dem umliegenden Gewebe nicht anders unterscheiden, als durch ein dunkleres Aussehen, hervorgebracht einmal durch eine grössere Anhäufung von Kernen, und zweitens durch ein dunkleres Colorit des Zellprotoplasma's selbst. Um diese Zeit sind noch keine differente Partien an der Pulpa zu unterscheiden; Alles ist in gleicher Weise gebaut, unmittelbar aus dem „embryonalen Bildungsgewebe“ hervorgegangen.

Hat aber die Bildung eines Zahnscherbchens auf der Oberfläche der Pulpa begonnen, so finden wir verschiedene, scharf differenzirte Gewebsbestandtheile derselben und zwar als Hauptmasse das eigentliche Pulpagewebe; dann sollen nach der bisher üblichen Beschreibung noch zwei peripherische Lagen, die membrana eboris (Kölliker, Lent) und die Raschkow'sche Membrana praeformativa vorhanden sein.

Das eigentliche Pulpagewebe, den Hauptstamm der Zahnpulpa, lässt Henle [1]) aus einer Zellenmasse hervorgehen, in der sich später Gefässe und Nerven ausbildeten. Beim reifen Zahn stelle sie an den mehr peripherischen Schichten eine Art Schleimhautgewebe vor mit Kernen und Zellen, und habe eine bindegewebige innere Axe als Träger der Gefässe und Nerven. Kölliker lässt schon in seiner mikroskopischen Anatomie (1852) die Pulpa aus fötalem Bindegewebe mit vielen Kernen bestehen; man unterscheide auch später in der Hauptmasse derselben nur ein undeutlich fasriges Bindegewebe ohne elastische Fasern mit vielen eingestreuten runden, kernhaltigen Zellen [2]). Bei der Entwicklung wachsen die anfangs runden Zellen zu Spindel- und Sternformen aus, während die früher körnige Grundsubstanz mehr fasrig wird. Aehnlich sind die Beschreibungen Robin's und Magitot's.

Am schärfsten drückt man sich wohl über den Bau der Zahnpulpa mit einem Worte aus, wenn man sie als „Schleimgewebe" (Virchow) bezeichnet [3]). Wir finden an der jungen Zahnpulpa beim Beginn des Verknöcherungsprocesses alle Eigenthümlichkeiten des Schleimgewebes. Sternförmige und spindelförmige Zellen mit langen unter einander zusammenhängenden Ausläufern bilden eine Art Maschenwerk, in dessen Räumen eine schleimhaltige Flüssigkeit liegt. Die Mucinreaction der Essigsäure zeigt sich stets deutlich bei der jungen Pulpa [4]). In einer gewissen Weise ähnelt die Zahnpulpa dem umgewandelten Epithelialgewebe der Schmelzpulpa; indessen kommen durch die Einlagerung der Gefässe und Nerven, deren Strassen immer durch zarte Adventitialzüge fasrigen Bindegewebes eingefasst sind, durch die Unregelmässigkeit in der Grösse und in der Anordnung der Maschenräume, durch die Häufigkeit

---

1) Allgem. Anatomie pag. 866.

2) Gewebel. 4te Aufl. pag. 405.

3) Man vergl. Virchow, Krankhafte Geschwülste, IIter Band, pag. 57, über die Entstehung der Odontome aus dem Schleimgewebe des Zahnsäckchens; vor ihrer Verknöcherung werden diese Tumoren von Virchow als „hyperplastische Myxome" bezeichnet.

4) Vergl. Kölliker, Gewebel. 4te Aufl. pag. 405.

rein spindelförmiger Zellen, die in der Schmelzpulpe ganz fehlen, nicht zu verkennende Unterschiede zu Tage. Die Zahnpulpa erscheint auch immer etwas dichter gewebt, als wir es beim reinsten Typus des Schleimgewebes, z. B. in dem jungen Bindegewebe der Zahnalveole (vergl. später pag. 205), beim ganz jungen Nabelstrang, bei vielen Myxomen etc. finden; — die Maschenräume sind enger, die ausgebildeten Bindegewebsfibrillen häufiger, der Schleimgehalt geringer. Später tritt das noch mehr hervor und die persistirende Zahnpulpe (des Menschen wenigstens) lässt sich kaum mehr von einem lockern gewöhnlichen Bindegewebe unterscheiden. Eine nähere Beschreibung der Gefässe und Nerven der Zahnpulpe kann hier füglich übergangen werden, da unsere Aufgabe nur die Entwicklung der eigentlichen Zahngewebe betrifft.

Eine besondere Aufmerksamkeit erfordern die beiden andern Theile der Pulpe, die Membrana praeformativa und die Membrana eboris.

Die von Raschkow [1]) sogenannte Membrana praeformativa spielt seit dem Jahre 1835 in allen Abhandlungen über die Entwicklung der Zähne eine eigenthümliche Rolle und hat oft nicht wenig das Verständniss derselben erschwert. Ich glaube ungescheut behaupten zu dürfen, dass kein Histologe sie je recht gesehen, geschweige denn an einem Präparat für sich dargestellt, oder dass er aus der Raschkow'schen Beschreibung ganz zweifellos habe entnehmen können, was ihr Entdecker darunter verstanden wissen wollte.

---

1) Meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Diss. inaug. Vratislaviae 1835. Raschkow sagt hier pag. 5, 6 u. 7, dass ein festes, pellucides, structurloses Häutchen, das er Membrana praeformativa nennt, den ganzen Zahnbeinkeim überziehe, quam, heisst es pag. 5, quum in ea substantiae dentalis formatio inchoëtur, ipsa autem illi semper praecedat, membranam praeformativam vocavimus. Dann weiter pag. 9: Membranula praeform. tam proprie ad germen dentale pertinet, ut jam a primis illius initiis semper existat, ita ut, ea praesente, si dubitatio adsit, germen dentale a quoque alio organo, v. g. ab organo adamant. aut a membrana capsulari discerni possit. Ferner wird gesagt, dass sie von einer bedeutenden Festigkeit sei und dass die Elfenbeinzellen (hier noch „germinis dentalis parenchymatis grana accuratiore ordine disposita; magisque in longitudinem extensa") dicht unter ihr sich befinden (in ipsa membranula imposita sunt). Fig. 7 d wird citirt, man kann aber aus der Zeichnung in keiner Weise entnehmen, was im Text beschrieben ist. R. lässt schliesslich, pag. 7, die Membr. praef. ossificiren. Man findet aber bekanntlich nie am fertigen Zahn eine ossificirte structurlose Lage als Grenzschicht des Dentins; es ist daher wohl Jedem immer schwierig gewesen, sich ein recht klares Bild davon zu machen, was eigentlich die Raschkow'sche Membrana praeformativa sei.

Henle sagt [1]: „Die Oberfläche des Zahnkeims ist überzogen mit einem durchsichtigen, festen Häutchen, der Membr. praef., welche gefässlos ist und in einer structurlosen Grundlage Körner oder Höhlen enthält." Der Antheil, welchen Henle der Membrana praeformativa am Zahnbeinbildungsprocess zuschreibt, ist gering. Sie soll sich, wenn die Verknöcherung bevorsteht, in einzelnen Hügelchen erheben, welche die Grundlage der spätern Erhabenheiten und Vertiefungen sind, mit denen Schmelz und Zahnbein in einander greifen. Später, pag. 871, wird die Vermuthung ausgesprochen, dass die M. praef. bei ihrer Verknöcherung zu der „Schicht mit Knochenkörperchen" werde, welche im reifen Zahn zwischen Schmelz und fasrigen Zahnbein liegt. (Das, was nachher Tomes „granular layer" genannt hat) Nach dieser Ansicht müsste die Membrana praef. eine ziemlich beträchtliche Dicke besitzen, da die Tomes'sche Schicht oft sehr erheblich ist.

Todd-Bowman [2]) und A. H. Hassall [3]) halten ebenfalls an einer structurlosen Membran fest, „homogeneous basement membran", welche die Zahnpapille an ihrer freien Fläche überziehen soll.

Eine ganz eigenthümliche Ansicht über die Membr. praef. hat Huxley [4]) ausgesprochen. Ein feines Häutchen soll als oberste Lage den ganzen Zahnkeim einhüllen, und es soll sich später der Schmelz unter diesem Häutchen bilden, ebenso der Cement (!). Das Schmelzorgan mit den Schmelzzellen hat also nach Huxley mit der Schmelzbildung nichts zu thun; das genannte Häutchen, welches ich der Kürze wegen „Huxley'sches Häutchen" nennen will, trennt sie ja von dem fertigen Schmelz. Huxley lässt es nachher zum Schmelzoberhäutchen werden.

Kölliker [5]) nennt ein zartes, homogenes Häutchen, welches die Oberfläche der Zahnpapille umgebe, Membrana praeformativa. Dasselbe höre aber am Basaltheil der Papille nicht auf, wie Raschkow u. A. annehmen, sondern erstrecke sich weiter mit dem äussern Epithel des Schmelzorgans zwischen innerer Zahnsäckchenwand und diesem Epithel hin, rings um

---

1) Allg. Anatomie. pag. 866.

2) The physiological anatomy of man. 1856. Vol. II. pag. 175.

3) The microsc. anat. of the human body. pag. 322.

4) Ich muss hier nach Kölliker u. Robin u. Magitot citiren, da mir die Originalarbeit Huxley's (im Quarterly Journal of microscopical scienc.) nicht zu Gebote stand.

5) Gewebel. 4te Aufl. pag. 413. 414.

das ganze Schmelzorgan herum, ein Factum, welches Huxley zuerst beschrieben habe. — Hannover[1]) läugnet eine besondere Membr. praeformativa: „die sogen. Membrana praef. ist meiner Meinung nach nur die äusserste Schicht der Dentinzellen, die eben im Begriff ist zu verzahnen“ (s. a. a. O. p. 816). Auch Marcusen[2]) meint, dass unter der Membrana praef. nichts anderes als die zuerst in Zahnbein umgewandelte Partie des Zahnkeims zu verstehen sei.

Aus dieser kurzen Uebersicht ergiebt sich schon zur Genüge, welche Verwirrung Raschkow mit seinem Namen „Membrana praeformativa“ in die Histologie der Zähne gebracht hat. Der Name war einmal da, man suchte nach einem ihm entsprechenden „Etwas“.

Ich muss nun die Anwesenheit eines besondern structurlosen Häutchens an der Oberfläche des Dentinkeims nach meinen Präparaten bestimmt in Abrede stellen; eine Membrana praeformativa existirt nicht. Ich habe bei den verschiedenen Autoren mit Ausnahme Robin und Magitot's und Raschkow's keine Abbildung einer M. praef. gefunden. Was der Letztere Fig. 7 seiner Abhandlung abbildet, ist zu wenig genau ausgeführt, um es eventuell mit Sicherheit an einem Präparat wieder erkennen zu können. Robin und Magitot sagen[3]), dass die M. praef., von der Spitze des Zahnbeinkeims anfangend, kurz vor dem Auftreten der Elfenbeinzellen entstehen solle. Sie wollen dieselbe auch beim Zerreissen des Keims in Fetzen isolirt haben. Mir ist eine Isolation nie gelungen. Die Abbildungen, Pl. V. Fig. 1 u. 2, sind ziemlich schematisirt und können nichts für die Existenz einer besonderen M. praef. beweisen; vielleicht ist die dort gezeichnete oberflächliche homogene Lage schon umgewandelte Zellsubstanz der Dentinzellen. R. u. M. lassen die Membr. praef. weiter unten an der Basis des Zahns schwinden; später, Tome IV. p. 77 ff., identificiren sie dieselbe mit dem von Huxley beschriebenen Häutchen, und lassen sie schliesslich zum Schmelzoberhäutchen werden. Aus dieser mit Huxley zusammengehenden Deutung geht hervor, dass sie ein Kunstproduct, nämlich die jüngst gebildete Schmelzlage, für die Membrana praef. angesehen haben; damit stimmen aber gar nicht ihre eben citirten Abbildungen, Pl. V. Fig. 1 u. 2, denen ich somit wenig Vertrauen schenken kann.

---

1) Nova acta Acad. Caes. Leop. natur. curios. 1856. pag. 815.

2) Bulletin de l'Académie impériale de St. Pétersbourg. 1850. pag. 308 ff.

3) Brown-Séquard, Journal de la Physiologie. Tome III. pag. 47 und pag. 305.

Wir müssen indessen fragen, woher sind denn die Angaben über eine Membrana praef. entstanden, welcher Theil des Zahnbeinkeims oder welcher zwischen diesem und dem Schmelz gelegene Theil kann zur Annahme einer Membrana praeformativa geführt haben?

Entweder ist die M. praef. bereits vor der Bildung der Elfenbeinzellen vorhanden oder sie bildet sich zugleich mit diesen oder erst nach ihnen. Vor der Bildung der Elfenbeinzellen findet sich durchaus keine als besondere Membran darstellbare Grenzschicht an der Circumferenz des Zahnbeinkeims. Es sieht freilich die äusserste Lage desselben etwas klarer aus, wie die übrige Masse, das wird aber immer bei jedem kegel- oder pilzförmig gestalteten Weichgebilde unter Anwendung des durchfallenden Lichts der Fall sein. Die Grenzlagen sind ja immer dünner und in Folge dessen durchscheinender, während die Reflexion und Brechung des Lichts an der Kante eine scharf conturirte Begrenzungslinie zu Wege bringt. Noch mehr kommt das zu Stande, wenn durch Druck auf das etwa benutzte Deckglas der Rand des Präparats weiter abgeplattet wird und die zelligen Elemente vom Rande etwas zurückgedrängt sind. Dann liegt zu äusserst eine dünne feinkörnige Masse, entstanden aus losgelösten Protoplasmapartikeln, die der dichtern Pulpesubstanz gegenüber wohl als eine besondere Haut imponiren kann [1]). — Zur Zeit der Bildung der Elfenbeinzellen konnte ich nie die Spur einer besondern, über ihnen liegenden Membran finden. Dieselbe hätte sich jedenfalls an feinen Schnitten, bei denen häufig die Zellen aus ihrer geordneten Reihe gerückt werden, zeigen müssen, etwa als feines in Fetzen abgehobenes Häutchen; dergleichen ist aber auch unter Anwendung der stärksten Vergrösserungen nicht zu entdecken. Später kann die Dentinbildung selbst zur Annahme einer Membr. praef. führen. Die jüngst gebildete Dentinlage ist immer bis zu einer gewissen Dicke noch weich und schneid-

---

1) In der Fig. 7 der ersten Abtheilung dieser Untersuchungen (s. Königsberger medicin. Jahrbücher. Band IV. p. 236 — 300) ist eine homogen erscheinende äussere Lage des Zahnbeinkeims unter dem Namen „M. praeform.“ abgebildet worden. Die Abbildung stellt die Gegend der Basis des Zahnbeinkeims dar, wo noch keine Elfenbeinzellen sich gebildet haben. Diese Abbildung ist indessen nur so zu interpretiren, wie es eben hier geschehen. Ich hatte zu der Zeit noch nicht besonders auf die M. praef. geachtet. Jetzt, wo ich meine Aufmerksamkeit direct darauf richtete, habe ich auch das betreffende Präparat einer erneuten Durchsicht unterworfen, jedoch keine andere Deutung finden können, als die jetzt gegebene. Ich lasse also den Namen M. praef., den ich in der Tafelerklärung bei Fig. 7 a. a. O. gebraucht, fallen.

bar; die allererste Schicht derselben kann also jedenfalls wie eine besondere Membran sich ausnehmen.

Noch ein anderer Umstand kann die Aufstellung einer besondern M. praef. veranlassen; ich meine das sog. Huxley'sche Häutchen. Ich habe in meiner ersten Abhandlung, a. a. O. pag. 275, bereits nachgewiesen, dass letzteres nichts Anderes ist, als die eben in der Bildung begriffene jüngste Schmelzlage, die bei Säurezusatz sich leicht in Form einer Membran abhebt. Auch Kölliker und Tomes sind dieser Meinung. Da die Schmelzzellen so erhärten, dass zuerst ihre peripherische Substanz (Membran), später ihr Axentheil mit den Erdsalzen sich imprägnirt, so sieht das Huxley'sche Häutchen von der Fläche gesehen durchlöchert aus. Die Löcher entsprechen jedesmal den ausgezogenen noch nicht verkalkten centralen Theilen des Protoplasma's der Schmelzzellen (den von Tomes beschriebenen Fortsätzen). An den Theilen des Zahnbeinkeims, denen noch keine fertige Schmelzlage aufsitzt, scheint dann die eben in der Bildung begriffene Schmelzschicht unmittelbar dem Dentin wie ein eigenes Häutchen aufzuliegen. Hat man einmal diese Schicht, welche sich durch ihr durchlöchertes Ansehen sehr wohl charakterisirt, durch Säuren, oder auf irgend eine andere Weise abgehoben, so ist es schlechterdings unmöglich, noch eine besondere structurlose Membran auf dem Dentinkeim darzustellen [1]).

Es existirt bei der Zahnbildung noch ein besonderes Häutchen, das Schmelzoberhäutchen. Ich werde später auf dessen Entstehung zurückkommen. Hier genüge die Bemerkung, dass weder das fertige Schmelzoberhäutchen, noch seine erste Anlage jemals dem Dentinkeim unmittelbar aufliegen. Dasselbe bildet sich erst, wenn der Zahn in Durchbruch begriffen ist, aus dem sogenannten äussern Epithel. Die Membrana prae-

1) Henle scheint bei seiner Beschreibung der Membr. praef., die in einer structurlosen Grundlage runde Körner oder Höhlen enthalten soll, das Huxley'sche Häutchen vor Augen gehabt zu haben. Man vergl. darüber die von Lent, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie von Kölliker u. v. Siebold, Bd. 6, Taf. V. Fig. 4. gegebene Zeichnung. Auch die Abbildung der neugebildeten Schmelzprismen von der Fläche, die Tomes giebt (System of dentistry, übers. von zur Nedden, pag. 243, Fig. 117), gehört hierher. Oefter sind die Löcher weit grösser als die Circumferenz einer Schmelzzelle. Das erklärt sich aber leicht, wenn man bedenkt, dass vielfach mehrere zusammenliegende Schmelzzellen nicht in demselben Niveau der Erhärtung begriffen sind, wie die herumstehenden. Eine solche Gruppe von Zellen muss immer bei ihrer Entfernung von der jüngsten Schmelzlage eine grössere Oeffnung hinterlassen.

formativa der Autoren, mag sie noch so verschieden aufgefasst werden, darin stimmen alle überein, liegt zu einer Zeit ihres Bestehens unmittelbar auf dem Dentinkeim. Schmelzoberhäutchen und die fragliche Membr. praeform. können also nicht ein und dasselbe sein.

Nach dem eben Erörterten ist somit die M. praef. ein optisches Phänomen, oder es haben die erstgebildete Dentin- resp. Schmelzlage zu ihrer Annahme die Veranlassung gegeben. Nun ist aber noch ein Letztes möglich. Es kann die Membrana praeformativa in der That eine structurlose sogenannte Basalmembran sein (basement membran der Engländer), wie sie an der Oberfläche mancher Schleimhäute zwischen dem Epithel und der Bindegewebsschicht vorkommt. Man vergleiche z. B. die Henle'sche Abbildung eines Durchschnitts der Trachea, Splanchnologie pag. 266, Fig. 200. Der Zahnbeinkeim ist ja ein papillenförmiges Stück Schleimhaut mit der Schmelzmembran als Epithel. Kölliker fasst auch die Membrana praef. als Basalmembran auf und führt sie consequenter Weise von der Basis der Zahnpapille an weiter zwischen äusserm Epithel und innerer Zahnsäckchenwand hin. Wir wollen aber zunächst nicht vergessen, dass die Basalmembranen an den Schleimhäuten etwas Seltenes sind, wie namentlich Henle, Splanchnologie pag. 45, angiebt. Eine wirkliche Membran, sei sie auch noch so zart, muss sich, um ihre Existenz zu beweisen, auch isoliren lassen. Wenn man die Möglichkeit einer sogenannten „optischen Täuschung" erwägt, wie wir vorhin erörterten, so muss man mit der Annahme der structurlosen Basalmembranen sehr vorsichtig sein; es geht damit gerade so wie mit den Zellmembranen. Ich vermag keine Basalmembran an der Zahnpapille und am äussern Epithel zu isoliren; sehe aber sehr wohl dann und wann an der Circumferenz der Papille eine mehr gleichartige Grenzschicht, die sich bei verschiedener Focaleinstellung jedoch immer als eine rein optische oder künstlich hergestellte Erscheinung ergab. Jedenfalls wird es am besten sein, den Namen „Membrana praeformativa" ganz aus der histologischen Terminologie zu streichen.

Kurz vor dem Auftreten der ersten Zahnbeinbildung findet sich, nach Art eines Epithels angeordnet, rings an der Oberfläche des Zahnbeinkeims eine Schicht länglicher Zellen, die von Kölliker als Membrana eboris bezeichnet worden ist. Die einzelnen Zellen selbst heissen Elfenbeinzellen oder Dentinzellen; sie stehen zur Bildung des Elfenbeins in directer Beziehung.

Schwann[1]) ist der Entdecker dieser Zellen; er sah auch bereits beim Schwein ihre fadenförmigen Ausläufer[2]). Später haben Lent und Kölliker[3]), dann Robin und Magitot[4]) über die Beschaffenheit der Zellen genauere Angaben gemacht, und namentlich die Ersteren ihre Beziehungen zum Verzahnungsprocess[5]) der Pulpa in's rechte Licht gestellt. Kölliker[6]) beschreibt sie als 0,016—0,024''' lange und 0,002—0,0045''' breite Zellen mit bläschenförmigen Kernen und deutlichem ein- oder mehrfachen Kernkörperchen. Lent[7]) verfolgte zuerst bei der Entwicklung des Elfenbeins die Fortsätze der Zellen in die Zahnröhrchen hinein, welche Thatsache dann durch die vorhin angeführte Entdeckung von Tomes, die Persistenz der Zahnfasern auch bei Erwachsenen betreffend, ihre rechte Bedeutung gewann. An einigen Zellen beschrieb Kölliker[8]) 1852 (Mikroskopische Anatomie II, 1, Fig. 209) schon zwei Ausläufer. Nach Robin und Magitot sollen die Zellenfortsätze nicht constant sein; man finde zuweilen das der Pulpa zugewendete Ende (Kernende) auch in eine Spitze ausgezogen[9]). Dass die Fortsätze, soweit sie sich isoliren lassen, sich auch hie und da verästelt zeigen, geben die genannten Beobachter ebenfalls an.

Alle diese Thatsachen sind richtig, müssen aber, namentlich was die Fortsätze betrifft, bedeutend erweitert und verallgemeinert werden. Die nach unten abgerundete Form,

---

1) Mikroskopische Untersuchungen etc. pag. 124 ff.

2) Ich finde bei Henle, Allg. Anat. p. 870, eine Beobachtung von Jourdain angeführt, dessen Abhandlung: „Essai sur la formation des dents comparée avec celle des os, suivi de plusieurs expériences tant sur les os que sur les parties qui entrent dans leur constitution, Paris 1766. 8." mir nicht zugänglich war, — wonach man mit einer starken Loupe an der Innenfläche eines abgehobenen Zahnbeinscherbchens sowohl, wie auch an der darauf folgenden Haut feine Fädchen bemerken könne.

3) Mikroskop. Anat. II. 1. pag. 98; Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. VI.

4) Brown-Séquard, Journal de la physiologie. T. III. p. 319. 1860.

5) Ich adoptire den von Hannover vorgeschlagenen Namen „verzahnen" für den Verknöcherungsprocess der Dentinpulpe, ohne jedoch damit, wie Hannover, andeuten zu wollen, dass verzahnen und verknöchern verschiedene Vorgänge seien.

6) Gewebel. 4te Aufl. pag. 408.

7) Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. VI. pag. 125.

8) Dass die Zellen am untern Ende mehrere Kerne besitzen, wie es Kölliker, Mikrosk. Anat. p. 97, Fig. 209 abbildet, ist wohl sehr selten; auch Robin und Magitot sprechen sich dagegen aus.

9) Aehnliche Angaben finden sich bei Hannover, Nov. acta Academ. Caes. Leopold. nat. curios. 1856. pag. 810.

welche nach den vorhandenen Abbildungen die häufigste scheint, kommt wohl kaum vor. Die Elfenbeinzellen bilden vielmehr unregelmässig prismatische, zackige Körper, deren inneres, d. h. der Zahnpulpe zugewendetes Ende gewöhnlich etwas dicker ist. Zuweilen fehlt auch die länglich prismatische Form und die Zelle erscheint dann mehr rundlich, wenigstens von annähernd gleichem Längen- und Breitendurchmesser. Die Zahl der Fortsätze ist fast immer eine mehrfache, meist sind es 3—4, oder mehrere, nicht blos von den Enden, sondern auch von den Seiten ausgehend. Constant ist der Pulpafortsatz, d. h. der am Kernende gelegene. Bei der Isolation der weichen Gebilde reissen die Fortsätze nur sehr leicht ab. Die an den Seiten hervortretenden Ausläufer sind kurz und bedingen das zackige Aussehen des Zellkörpers. Man kann am besten die Dentinzellen mit Knochenzellen vergleichen, welche nach einer Richtung hin verlängert sind und nach dieser Richtung hin auch einen oder zwei besonders lange Fortsätze haben. Entweder setzen sich letztere ganz schroff gegen den Zellkörper ab oder sie gehen allmälig aus einer Verschmälerung desselben hervor; im erstern Falle pflegen sie häufig nicht von der Mitte der Zellenendfläche, sondern mehr von einer Seitenkante abzutreten. — An der frischen Zelle ist durchaus nichts von einer Membran wahrzunehmen. Chromsäure-Präparate, die ich besonders für das Studium der Verzahnung empfehle, zeigen mitunter eine Art körniger Aussenschicht an der Zelle, aus der dann der lange Fortsatz wie aus einem Membranmantel hervorragt. Jedoch eben der letztere Umstand, dass dieser Mantel nicht auf die Fortsätze übergeht, das unregelmässige, durchaus verschiedene Verhalten desselben bei verschiedenen Zellen, das Auftreten desselben nur nach längerer Chromsäure-Behandlung wird nicht gestatten, die Elfenbeinzellen mit einer Membran zu bekleiden. Das Verhältniss vom Kern zum Kernkörperchen ist mir noch nicht sicher. Behandelt man die Zellen mit Salzsäure, so treten überall deutliche, schön bläschenförmige Kerne hervor, die in ihrem Innern ein, auch zwei dunkle, compacte Nucleoli zeigen. Selten sieht man die letztern, ich möchte sagen, fast nie, bei frischen Zellen oder nach Chromsäure-Behandlung, sondern es erscheint da einfach ein dunkel granulirter Kern. Im Allgemeinen wird bei allen Zellen ein bläschenförmiger Kern erscheinen, wenn die Kernmasse (Kerninhalt) coagulirt oder zusammengeballt wird und sich nach der Mitte des Kerns hin zusammenzieht. Der Kerninhalt kann dann ein Kernkörperchen simuliren. Vielleicht dürfte die Vorstellung der

hellen bläschenförmigen Kerne, sowie der Kernkörperchen, dieses so wenig festen Begriffes, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet noch andere Ansichten zulassen, als die bisher üblichen.

Soweit das fertige Zahnbein und das Gewebe, woraus es hervorgeht, der Zahnbeinkeim. Wie ist nun der Gang der Entwicklung des einen aus dem andern?

Wir begegnen hier, ebenso wie beim Schmelz, zwei Hauptmeinungen. Entweder nahm man an, das Zahnbein sei einfach die ossificirte Zahnbeinpulpa, oder es sei ein Abscheidungsproduct der Pulpa. (Directe Verkalkung, oder verkalkende Secretion.) Ich darf mir wohl erlauben, in Betreff der ältern Vertreter beider Ansichten auf Henle's Werk, pag. 870, zu verweisen, wo man die Meinungen der Hauptforscher übersichtlich zusammengestellt findet. Die Auffindung der Elfenbeinzellen hatte, wie natürlich, eine schärfere Fassung des Processes der Dentinbildung zur Folge. Schwann selbst sagt, dass die cylindrischen Zellen der Pulpa (d. h. unsere Elfenbeinzellen) nur der frühere Zustand der Zahnfasern (der Fasern der Grundsubstanz) seien, indem diese Zellen sich mit organischer Substanz füllen, solid werden und verknöchern[1]. — Henle stellt (Allg. Anatom. p. 871) die Sache so dar, als ob eine Umwandlung der rundlichen Zellen in der Tiefe des Pulpagewebes zu den cylindrischen (Elfenbeinzellen) der Oberfläche stattfände. Diese verwandelten sich in Fasern, welche dann verknöcherten. Die Kerne sollen zu den bekannten Kernfasern auswachsen und die Kanälchen (wahrscheinlich) mit letztern im Zusammenhange stehen. Schwann's und Henle's Ansicht von der directen Verkalkung der Elfenbeinzellen ist mit geringen Modificationen in der Folge von Vielen wiederholt worden. So unter Andern von Owen[2], Todd-Bowman[3], Hannover[4], anfangs auch von Kölliker[5].

1) Mikroskop. Untersuchungen pag. 125. Ich mache beiläufig darauf aufmerksam, wie Schwann hier bei der Verknöcherung der Zellen der Inconvenienz seines Schematismus (Membran, flüssiger Inhalt und Kern) sich entzieht. Wie oft mag diese Schwierigkeit Andere abgehalten haben, namentlich bei histologischen Entwicklungsvorgängen, den richtigen Weg zu finden!

2) Odontography, Introduction, p. 44—46 und Fig. 1. Tab. I.

3) Physiol. anatomy of man. p. 176.

4) Nova acta Acad. Caes. Leop. etc. 1856. p. 810 ff.

5) Mikroskop. Anatomie. II. 1. pag. 102.

Nach Owen findet man zuerst im Pulpagewebe runde Zellen; diese (Mutterzellen) lieferten eine Summe von Tochterzellen, welche ihrerseits, soweit sie von einer Mutterzelle abstammten, sich zusammenlagerten, theils neben, theils hintereinander. — Man soll nach Owen noch am fertigen Zahnbein gewisse grössere Abtheilungen (dentinal cells) unterscheiden können, welche der Summe der von einer Mutterzelle abstammenden Tochterzellen entsprechen. — Gleichzeitig trete eine Zwischensubstanz auf, der wir hier bei Owen zuerst begegnen. (Henle und Schwann erwähnen keiner Intercellularsubstanz.) Dieselbe soll zuerst verkalken und die Zahnbeingrundsubstanz bilden, dann verkalkten die Wände der untereinander gereihten Zellen und bildeten die Wände der Zahnkanälchen; letztere selbst sollten aus den verlängerten und verschmolzenen Kernen entstehen, die ihrerseits weniger Kalksalze aufnehmen, als Zellwand und Zwischensubstanz. Die Bifurcation der Kanäle erklärt Owen dadurch, dass der Kern einer tiefer gelegenen Zelle mit den beiden Kernen zweier vor ihm befindlichen Zellen in Zusammenhang trete. Bei Hannover wachsen die Elfenbeinzellen durch Verschmelzung mit Elementen, die von der Pulpa aus nachrücken; sonst kommen seine Angaben, so wie die der übrigen genannten Autoren, im Wesentlichen mit Owen überein.

Huxley[1]) huldigt einem prononcirten Radikalismus, wenn er sowohl Zahnbein wie Schmelz auf eine unerklärliche Weise unter seinem Häutchen, ohne irgend welche Betheiligung des Schmelzorgans, resp. des Zahnbeinkeims, entstehen lässt. — Ebenso eigenthümlich sind die Angaben von Robin und Magitot[2]). Die Grundsubstanz des Elfenbeins soll aus einer directen Verkalkung der Elfenbeinzellen hervorgehen, wobei die Zellen an ihren obern Enden sehr stark lichtbrechend werden und in eine homogene Masse verschmelzen. Dann soll der Kern schwinden. Die Zahnkanälchen, in denen R. und M., wie in den Knochenkörperchen, nur eine Flüssigkeit annehmen (!), sind freigebliebene Räume zwischen den verkalkten Elfenbeinzellen, wo die „soudure“ und „fusion“ ihrer Substanz nicht stattgefunden. Die Fortsätze der Zellen gehen nach dieser Darstellung natürlich nicht in die Kanäle über, „elle (la queue) se replie contre l'ivoire“ (!)[3]). — Die Bil-

1) Citat bei Kölliker, Gewebel. 4te Aufl. p. 423.

2) Brown-Séquard, Journal de la physiol. Tome III.

3) Der ganze Abschnitt, p. 677 a. a. O., wo Robin und Magitot sich bemühen, die Wahrheit dieser Ideen zu erweisen, erscheint wenig

dung der Elfenbeinzellen soll von einer primären Kernwucherung ausgehen, die Kerne rangiren sich und umgeben sich erst später d'une petite quantité de substance moins foncée finement granuleuse (Protoplasma).

Kölliker (Gewebel. 4te Aufl.) ist Anhänger der Ausscheidungstheorie, aber mit der Modification, dass die Elfenbeinzellen die Vermittler der Ausscheidung der Elfenbeingrundsubstanz seien, in der Weise etwa wie Drüsenzellen (s. a. a. O. p. 419), indem die Gefässe der Pulpa den auszuscheidenden Stoff lieferten. An der Spitze sollen die Dentinzellen in verästelte Fortsätze auswachsen, während sie von der Pulpa aus immer neues Ernährungsmaterial aufnehmen; so sei unter Umständen eine einzige Zelle im Stande, eine lange verästelte Zahnfaser zu liefern; dafür spreche, dass man an den Elfenbeinzellen selbst die deutlichsten Zeichen einer Kernwucherung wahrnehme. Kölliker bezeichnet selbst seine Ansicht als eine Vermittlung zwischen der alten Excretionstheorie, nach der das eigentliche Pulpagewebe das Zahnbein ausscheide, und der Umwandlungstheorie, welche eine directe Verknöcherung der Pulpa oder (in neuerer Zeit) der Elfenbeinzellen annimmt. Bei Kölliker ist Beides betheiligt, die Pulpa liefert das Material, die Elfenbeinzellen wandeln es in verkalkungsfähige Substanz um und scheiden es aus. Der eigentliche Bildungsprocess des Elfenbeins ist jedoch nach Kölliker die Ablagerung einer formlosen, später verkalkenden Intercellularsubstanz durch die Zahnbeinzellen, bei der die letztern in ihrer Integrität erhalten bleiben, sich nicht formell bei der Bildung der Intercellularsubstanz, sondern nur der Zahnbeinröhren, resp. Tomes'schen Zahnfasern, betheiligen.

Seit von Lent, Kölliker und Tomes die Beziehungen der Ausläufer der Elfenbeinzellen zum Zahnbein nachgewiesen wurden, ist es, nach meinem Dafürhalten, nicht gut mehr möglich, der Ausscheidungstheorie, in welcher Form sie immer auftreten wolle, das Wort zu reden. Ich glaube nicht, dass sich die Vertreter dieser Ansicht die eigenthümlichen Schwierigkeiten recht klar gemacht haben, in welche sie damit hineingerathen müssen. Nehmen wir einmal mit ihnen an, es solle die Zahnbeingrundsubstanz von den Elfenbeinzellen ausgeschieden werden und vergegenwärtigen wir uns den ersten

---

geeignet, Vertrauen zu ihren Untersuchungen zu erwecken; es ist eine höchst wunderbare Darstellung, die für 1860 in Deutschland geradezu unmöglich gewesen wäre. —

Moment der Ausscheidung. Kurz vorher liegt die Reihe der Elfenbeinzellen noch ohne Ausläufer (denn diese haben ja keinen Platz) hart an der Reihe der Schmelzzellen. Feine Schnitte, mit starken Vergrösserungen betrachtet, zeigen das zur Evidenz. Nun beginnt die erste Ausscheidung; die Zahnbeinzellen müssen dabei von dem, was sie selbst ausscheiden, zurückgeschoben werden nach der Axe der Pulpa hin, damit für das Ausscheidungsproduct Platz werde. Zugleich müssen sie aber, indem sie zurückweichen, gleichen Schritt mit der Ausscheidung haltend, eine Spitze vorwärts treiben, die in dem jungen Dentin liegen bleibt. Die Spitze muss aber zugleich Seitenäste treiben, die wiederum verästelt sind. Ein solches Wachsen von Sprossen und langen Aesten von einer Zelle aus, die dann später sehr viel reichhaltiger geästet und gegabelt erscheinen würde, wie das älteste Hirschgeweih, muss doch mit äusserster Vorsicht aufgenommen werden. Schwieriger noch wird es mit dem nothwendigen Zurückweichen der Elfenbeinzellen nach der Axe der Pulpa hin. Dabei muss natürlich das eigentliche Pulpagewebe in dem Maasse schwinden, als die Zellen zurückweichen. Zunächst könnte man fragen, wo bleiben denn diejenigen Zellen, welche mit dem Kleinerwerden der Verkalkungsfläche nicht mehr Platz haben? Wir können sie ihren Ort nicht verändern lassen, denn sie stecken ja durch ihre Ausläufer in dem neugebildeten Dentin fest. Die Ausscheidungstheorie berücksichtigt, wie es scheint, diesen Punkt gar nicht. Man könnte sich zwar leicht mit einer „Resorption“ helfen; es finden sich aber weder die Zeichen einer Resorption der Elfenbeinzellen, noch des Pulpagewebes, sondern statt dessen die unzweideutigsten Erscheinungen einer Zellenvermehrung in dem Pulpagewebe dicht unterhalb der Elfenbeinzellen, worin, glaube ich, alle Autoren übereinstimmen. Wozu überhaupt eine Vermehrung von Zellen unterhalb der schon fertig gebildeten Dentinzellen, wenn diese letztern in ihrem Bestande erhalten bleiben und das Dentin ausscheiden? Diese wenigen Bedenken, denen man unschwer noch viele andere hinzufügen könnte, werden vielleicht genügen, zu zeigen, dass die Abscheidungstheorie eine Menge von Schwierigkeiten in consequenter Folge hat, für deren Erledigung man nur Hypothesen, aber keine sichere Thatsache vorzubringen haben dürfte.

So viel ich aus meinen Untersuchungen schliessen muss, ist die alte Ansicht von der directen Verkalkung der Substanz der Elfenbeinzellen aufrecht zu erhalten, natürlich jedoch mit den auf die Entstehung der weichen Zahnfasern bezüglichen

Modificationen: „Die Dentinbildung besteht in einer Umwandlung eines Theils des Protoplasma's der Elfenbeinzellen in leimgebende Substanz mit nachfolgender Verkalkung der letztern, wobei der andere Theil des Zellprotoplasma's in Form weicher Fasern unverändert in der erhärtenden Masse zurückbleibt.“

Im Speciellen stellt sich der Verlauf des Verzahnungsprocesses folgendermassen dar. An der Oberfläche der Zahnbein pulpe bildet sich durch Aufnahme neuen Materials ein Theil der vorhandenen Pulpazellen besonders aus und verlängert sich namentlich nach einer radiär zur Oberfläche stehenden Richtung hin. Diese Zellen bilden einen besonders markirten, continuirlichen Ueberzug der Zahnpulpa. Sie hängen durch Ausläufer nach unten mit den noch nicht wesentlich veränderten Pulpazellen zusammen, seitlich aber auch unter sich, so dass die Elfenbeinzellen ganz die Sternform der frühern Pulpazelle bewahren, nur ist der untere Ausläufer klein im Verhältniss zum Zellkörper, und deshalb hat man immer die Elfenbeinzellen mit Epithelzellen verglichen. — Ich verweise für diesen wichtigen Umstand auf das früher schon Bemerkte und auf meine Abbildungen, Taf. VI. Fig. 2, 3 und 4. Hier will ich nur noch anführen, dass man in situ die seitlichen Ausläufer deshalb nicht sieht, weil die Elfenbeinzellen so dicht zusammenliegen und die Ausläufer gezwungen sind, dicht an den Zellenleib angeschmiegt, gerade auf- oder abwärts zu ziehen; es ist für einen queren Verlauf, der sie sofort sichtbar machen würde, kein Platz. Es gehört ein mehr zufälliger glücklicher Umstand dazu, die Zellen beim Schnitt so zu erhalten, wie es Fig. 2, Taf. VI. gezeichnet ist. — Die vielen Ausläufer an den Zellen werden uns als ganz erklärlich und nothwendig erscheinen, wenn man bedenkt, dass im Schleimgewebe, wozu die Zahnpulpa gehört, von Anfang an alle Zellen untereinander im mannichfaltigsten Zusammenhange bleiben und die Elfenbeinzellen nur die vergrösserten, nach einer Richtung verlängerten Elemente sind, welche die äusserste Lage des Schleimgewebes einnehmen. Das, was Kölliker (pag. 418, Gewebel. 4te Aufl.) als Abschnürungsprocess der Zahnbeinzellen bezeichnet, ist wohl nur als die Verbindung zweier Zellen in der hier dargestellten Weise aufzufassen; vrgl. Fig. 4 u. Fig. 3. Taf. VI. Man bemerkt aber ferner zwischen den Zellen der äussersten Lage von unten her andere eingeschoben, so dass sie sich mit ihren spitzen Enden zwischen eine Gruppe von Elfenbeinzellen hineindrängen; andererseits

hat man dicht unter der Elfenbeinzellenreihe eine Zone der Pulpa, worin die unzweideutigsten Zeichen einer Vermehrung der zelligen Elemente zu finden sind. Vergrösserung der Zellen gegenüber denen der tiefern Lagen, doppelte Kerne, dichteres Zusammenliegen der zelligen Elemente. Für einen Ersatz der etwa bei der Verzahnung zu verbrauchenden Dentinzellen ist also reichlich gesorgt.

Die Dentinzellen werden nun in der That bei der Verzahnung vollständig verbraucht, indem sie fast mit ihrer ganzen Masse in die harte Zahnbeinsubstanz übergehen, die sich einzig und allein aus den chemisch und formell umgewandelten Elfenbeinzellen constituirt. In einer grossen Anzahl von Fällen nimmt der peripherische Theil des Zellenkörpers die Erdsalze auf, während eine centrale Partie, die man aber nicht etwa mit dem Kern identificiren darf, als Zahnfaser übrig bleibt. In vielen Fällen geht aber der Ausläufer seitlich vom Zellenrande ab, zuweilen doppelt (man vergl. die Abbildungen), für jeden Rand eine Faser, während in der Mitte der Zelle die Verkalkung eintritt. Ich muss hier Beale[1]) entgegentreten, der immer eine centrale Partie, den Kern und eine vom Kern ausgehende Verlängerung unverkalkt lässt.

Was aus dem Kern bei der Verkalkung werde, darüber bin ich nicht ganz in's Klare gekommen. In den Fällen, wo die centrale Partie der Zellen unverkalkt bleibt, wird, so ist es wenigstens am natürlichsten, auch der Kern in der Faser mehr oder weniger modificirt bleiben; im andern Falle muss er im Verzahnungsprocesse mit aufgehen. Wenigstens habe ich vielfach Zellen getroffen, bei denen der Kern sehr verschwommen begrenzt war, und auch solche, in denen er gänzlich fehlte, während ihn die jungen, in der Bildung begriffenen Elfenbeinzellen immer zeigen. Wir haben ja übrigens Analogien von dem Untergange des Kerns bei späteren Umwandlungen von Zellen genug: bei den verhornenden Zellen der Epidermis, den verkalkenden Schmelzzellen, so dass hier kein Unicum vorliegt. Es würden diese Beobachtungen von sehr verwaschenen Kernen, vom Fehlen der Kerne etc., absolut für die Annahme einer Umwandlung derselben sprechen, wenn ich mir nicht bewusst wäre, dass solchen Bildern auch mancherlei Täuschungsquellen zu Grunde liegen können, die nicht immer zu vermeiden sind; ich verzichte daher auf eine

1) Die Structur der einfachen Gewebe des menschlichen Körpers, von L. S. Beale, übersetzt von J. V. Carus. Leipzig 1862. p. 139 ff.

Erledigung der Frage nach der Mitwirkung und nach dem Verbleib der Kerne beim Verzahnungsprocess.

Die Ausläufer der Zellen, d. h. also die Grundlage der spätern Zahnfasern, sind nach meinen so eben dargelegten Beobachtungen theilweise also schon präformirt vorhanden, theilweise bilden sie sich naturgemäss durch die Verkalkung selbst, indem dieselbe vorschreitend ein immer schmäleres Stück der Zelle übrig lässt, das durch die von der Verkalkung verschonten, vorher vorhandenen Seitensprossen mit seinen Nachbarfasern auf's Mannichfaltigste communicirt. Nach diesen Anschauungen wird also niemals eine Zahnfaser ein Abbild oder vielmehr Ueberbleibsel einer Zelle repräsentiren, sondern vielmehr aus der Anastomose vieler entstanden sein. Man hat sich aber diese Anastomose und diese Verlängerung der Zelle ganz anders zu denken, als es Owen so anschaulich schematisirt hat. Ein Hintereinanderaufmarschiren der Kerne in regelmässigen Längsreihen und dann Zusammenfliessen derselben findet nicht statt; die Zellen waren schon vorher mit einander verbunden, ehe sie in die Form der Elfenbeinzellen übergingen, sie änderten nur ihre Grösse und Wachsthumsrichtung.

Eine Intercellularsubstanz zwischen den Zellen, die neben der äussern Schicht der Zellen ebenfalls verkalke, wie z. B. Hannover will, finde ich durchaus nicht; ausser den Elfenbeinzellen ist nichts Anderes da, was verkalken könnte. Alles, was zur sogenannten Zahnbeingrundsubstanz, zur Dentine wird, ist auch formaler, nicht blos chemischer Bestandtheil der Elfenbeinzellen gewesen. Ehe das Zellprotoplasma verkalkt, wandelt es sich in leimgebende Substanz um, und diese Umwandlung lässt sich auch mikroskopisch constatiren; das jüngst gebildete Zahnbein ist bekanntlich noch ganz weich. Auch nach der Extraction der Erdsalze mit Säuren bleibt zwischen den bereits fertig verkalkt gewesenen Massen und den Elfenbeinzellen eine schmale Zone durch ihr anderes Lichtbrechungsvermögen unterscheidbar, die noch keine Mineralbestandtheile besonderer Art führte. Während dieser Umwandlung, noch vor der Aufnahme der Kalksalze, findet dann auch eine Verschmelzung der aneinanderstossenden, zur Verkalkung prädisponirten Zellmassen statt, so dass sie nicht mehr, wie früher, von einander trennbar sind; man unterscheidet aber schon deutlich in dieser weichen Lage die Zahnfasern und deren Queranastomosen. Die Dicke dieser Uebergangsschicht beläuft sich ungefähr auf 0,015 — 0,02 Mm.

Aber, werden mir jetzt die Anhänger der Ausscheidungstheorie vorhalten, ist denn nicht diese Schicht zwischen verkalktem fertigen Zahnbein und den Elfenbeinzellen die formlose Ausscheidung, welche wir postuliren? Ist damit nicht direct unsere Theorie erwiesen? Betrachten wir uns das Verhältniss der Uebergangsschicht zu den Elfenbeinzellen etwas näher, so werden wir finden, dass sie meiner eben ausgesprochenen Ansicht von der directen Verkalkung zur festesten Stütze dient. Sie geht nämlich so allmälig in das Protoplasma der Elfenbeinzellen über, dass es in der That ganz unmöglich ist, wenigstens beim frischen Präparat, überhaupt eine Grenze zu ziehen. Da erscheint Alles wie ein Continuum, in dem sich nur die Ausläufer, aber auch wieder mit allmäligem Uebergang, bemerklich machen. Schärfer sondert die Behandlung mit Chromsäure und Salzsäure, erstere noch mehr als letztere. Aber auch hier sieht man oft fadenförmige Verbindungsstücke von einem Theil zum andern ziehen, vgl. die Abbildung Fig. 3. Der am nächsten zu den Zellen hingewendete Theil nähert sich in seinem stärker körnigen Aussehen immer mehr dem Zellprotoplasma selbst, so dass man gar nicht entscheiden kann, wo das eine aufhört und das andere beginnt. Ich habe versucht, in den Abbildungen das Verhalten der mit Chromsäure behandelten Stellen so genau als möglich wiederzugeben, jedoch können Abbildungen die Originalpräparate nicht ersetzen. Für die Untersuchung des frischen Präparats empfehle ich ein Stückchen von dem zugeschärften jüngst gebildeten Rande des Dentins zu nehmen, welcher noch ganz weich und schneidbar ist; die Untersuchung desselben in adäquaten Flüssigkeiten wird hier sofort die meiner Auffassung entsprechenden Bilder liefern. Ausser diesem Hauptumstande des continuirlichen Uebergangs sprechen für meine Ansicht noch mehrere Punkte. Eine etwa einer Ausscheidung vergleichbare Masse findet sich niemals seitlich zwischen den Zellen, sie müsste doch auch da vorhanden sein, wenn die Zellen überhaupt etwas ausschieden; vielmehr liegen die Zellen immer sehr dicht aneinander, und auch, wenn sie bei der Präparation seitlich von einander entfernt sind (vrgl. Fig. 2. Taf. VI.), bemerkt man keine Spur irgend einer Zwischensubstanz. Die ungleiche Dicke der Fortsätze, da wo sie aus der Zelle entspringen und weiter oben im fertigen Zahnbein lässt sich ganz ungezwungen aus einer ringförmig weitergehenden Verkalkung der Zahnfasern erklären, während die Annahme, dass diese Fortsätze noch später um sich herum verkalkende Masse ausschieden, höchst paradox erscheint. Denn man bedenke, dass sie die

Kanäle, in denen sie stecken, vollständig ausfüllen, daher kein Platz für etwas Auszuscheidendes vorhanden ist, oder man müsste annehmen, dass sie in dem Maasse, in welchem sie atrophiren, um sich herum verkalkende Masse ausschieden; also Atrophie und bildende Thätigkeit zu gleicher Zeit, etwas, was aller bisher gekannten Physiologie der Gewebe widerspricht. Viel einfacher und natürlicher erscheint eine concentrische Verkalkung. Wie ferner auch Beale bemerkt und zeichnet (a. a. O. Fig. 62), sieht man sehr häufig eine Strecke weit eine Art Randzone der Zelle mit verändertem Aussehen und Habitus gegenüber dem zunächst mit dem Fortsatz in Verbindung stehenden Stück; diese Aenderung des Ansehens eines Theils der Zelle geht sehr verschieden tief an der Zelle seitlich herab, und verliert sich ohne scharfe Grenze in das Stück, welches den Fortsatz trägt. Diese Thatsachen, verbunden mit den negativen Bedenken, welche ich oben gegen die Ausscheidungstheorie vorgebracht, lassen mich für die directe Verkalkung der Elfenbeinzellen sprechen. Noch mehr bewegt mich ausserdem ein Umstand, den ich kürzlich in Uebereinstimmung mit Gegenbaur[1]) gefunden habe (s. meine vorl. Mittheilung im Berliner medicin. Centralblatt, 1865, vom 8. Febr.), dass der Ossificationsprocess überhaupt denselben Weg geht und sich auf diese Weise eine völlig durchgreifende Analogie zwischen Zahnbein und Knochengewebe herstellt. Seit Gegenbaur die Osteoblasten entdeckt, kann kein Zweifel mehr über die Identität beider Processe bestehen. Hannover's und Beale's Polemik dagegen (s. a. a. O.) beruht nur auf der verkehrten Ansicht des Erstern von der Bildung des Zahnbeins sowohl wie des Knochengewebes; Beale hat den Verknöcherungsprocess nicht richtig aufgefasst, obschon er die Osteoblasten, wenn auch ungenau, abbildet (s. Fig. 47, p. 129). Was nun aber für die Auffassung des Verzahnungsprocesses von besonderer Wichtigkeit erscheint, ist der Umstand, dass bei der Verknöcherung ebenfalls keine Ausscheidung von Intercellularsubstanz stattfindet, sondern sich die Osteoblasten zum Theil in eine fasrige Masse direct umwandeln, die dann durch Aufnahme von Kalksalzen ossificirt. Sehr bald hoffe ich durch eine ausführliche Darlegung mit den nöthigen Belägen und Abbildungen diesen Satz sicher stellen zu können, und beziehe mich daher vorläufig auf meine oben citirte kurze Mittheilung[2]).

---

1) Jenaische Zeitschrift für Med. u. Ntwschften. 1864. 3tes Heft.

2) Wie die hier vertheidigte Ansicht die Krümmungen der Zahnröhrchen und ihre Anastomosen erklärt, braucht wohl nicht des Weitern

Wenn wir nun auch vorhin aus der Zerfällung der Grundsubstanz in Fasern (s. pag. 173) keinen unmittelbaren Schluss auf die Genese des Zahnbeins ziehen konnten, so stimmen doch sehr wohl diese fasrigen Stücke, wie man sie bei der Maceration der Zahnbeingrundsubstanz in Salzsäure erhält, mit der Ansicht von der directen Verkalkung der Zellen.

Die Analyse des Wesens der Verkalkung selbst wird wohl noch lange pium desiderium bleiben. Ich kann hier nur das oft Erwähnte wiederholen, dass man mikroskopisch kleine, unregelmässige, kuglige Massen an der Verkalkungsgrenze auftreten sieht, die, während immer neue am Verkalkungsrande sichtbar werden, weiter oben zu einem anscheinend homogenen Ganzen verschmelzen. Rainey[1]) hat die Bedingungen dieser Kugelbildung an einer mit kohlensaurem Kalk imprägnirten Leimsolution genauer zu eruiren versucht. Er fand, dass sich darin auch kuglige, aus Leim und Kalksalz bestehende Massen niederschlagen, die langsam sich vergrössern durch Anlagerung von aussen.

Von den ältern Angaben muss ich das von Schwann, Henle und Fürstenberg Angeführte als meiner Ansicht analog hervorheben. Nur gilt für Alle der Umstand, dass sie die Tomes'schen Zahnfasern nicht kannten und deshalb ihre Darstellungen in dem Sinne modificirt werden müssen.

Die Auffassungen von Beale und Tomes stimmen am meisten mit der hier gegebenen Darstellung überein. Namentlich ist es der Letztere, dessen für die Histologie der Zähne so gewinnbringende Angaben ich hier wiederum zu bestätigen Gelegenheit habe. Nur lässt Tomes[2]) ausser den Zellen noch eine gewisse Menge Intercellularsubstanz zu, die ebenfalls verkalken soll; ich habe, wie gesagt, eine solche nicht finden können.

Es sind nunmehr noch einige Besonderheiten im Baue und in der Entwicklung des Dentins zu erwähnen, die sich nicht gut in die übersichtliche Darlegung der Zahnbeingenese im Ganzen aufnehmen liessen.

---

erörtert zu werden; Beides ergibt sich aus derselben mit nothwendiger Consequenz. Ich will aber nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, wie schwierig es den Anhängern der Ausscheidungstheorie werden möchte, diese Thatsachen von ihrem Standpunkte aus verständlich zu machen.

1) British and foreign medico-chirurg. Review. Oct. 1857, und Henle's Jahresbericht pro 1862.

2) System of dentistry, übers. v. zur Nedden, pag. 272.

Zunächst die Zahnscheiden und ihre Bildung. Neumann (s. a. a. O. pag. 26) fasst dieselben als verdichtete Theile der verkalkten Zahnbeingrundsubstanz auf und hält sie für Analoga der Knorpelkapseln.

Nach den Untersuchungen von Heidenhain [1]) sind die Knorpelkapseln die jüngst gebildete Schicht der Knorpelgrundsubstanz. Heidenhain neigt auch der Ansicht zu, dass diese Schicht nicht durch einen Secretionsact, sondern durch eine allmälige Umwandlung der peripherischen Lagen der Knorpelzellen in chondringebende Masse entstehe. Dies festgehalten, was sich übrigens nach Heidenhains Präparaten füglich nicht mehr bezweifeln lässt, kann die Ansicht von Neumann in der von ihm acceptirten Fassung nicht richtig sein. Entweder sind die Zahnscheiden verdichtete (veränderte) Theile der Zahnbeingrundsubstanz, oder sie sind Analoga der Knorpelkapseln, d. h. also im Uebergang zur Zahnbeingrundsubstanz begriffene äusserste Schichten der Zahnfasern (Kölliker, Tomes). Beides zusammen lässt sich aber nicht vereinigen.

Da die Zahnscheiden ihrem ganzen chemischen und morphologischen Verhalten nach den elastischen Membranen sich zugesellen, so müssen wir wohl für dieselben einen gleichen Bildungsmodus statuiren. Nach den Angaben der bewährtesten Histologen bilden sich aber die elastischen Fasern, Membranen etc. durch eine Umwandlung leim-, resp. chondringebender Grundsubstanz, nicht direct aus der Eiweissmasse des Zellprotoplasmas. Sonach liegt es auch hier am nächsten, die Analogie mit den Knorpelkapseln fallen zu lassen und die Zahnscheiden als elastische Begrenzungsschichten der Intertubularsubstanz gegen die Zahnfasern hin aufzufassen. Dabei bleibt es sich ganz gleich, ob die leimgebende Intertubularsubstanz als eine Ausscheidung der Elfenbeinzellen oder als ein Umwandlungsproduct derselben angesehen wird. Wir haben nur zu betonen, dass die Zahnscheiden als elastische Gebilde sich nicht direct aus der Substanz der Zahnfasern entwickeln, sondern aus leimgebender Substanz, die gewissermassen als nothwendiges Zwischenstadium entstehen muss. Ich fasse demnach die Bildung der Zahnscheiden folgendermassen auf: Der Process der Dentinbildung, wie wir sahen, führt zunächst zur Bildung einer Schicht leimgebender Substanz, in welcher später die Verkalkung eintritt. Auch jede weiche Zahnfaser bildet noch eine Zeit lang für sich ein kleines Verkalkungscentrum,

1) Studien des physiol. Inst. zu Breslau, 2tes Hft. 1863, p. 1 ff.

so lange nämlich, bis sie ihre definitive Dicke erreicht hat. Ihre peripherischen Schichten (man beziehe jetzt den Ausdruck peripher auf die Axe eines Zahnkanals, resp. einer darin liegenden Faser) wandeln sich noch eine Zeit lang in leimgebende Substanz um, welche mit der übrigen Intertubularsubstanz in Verbindung tritt und nach und nach verkalkt; nur die innerste, zunächst an die Zahnfaser stossende Lage wandelt sich, anstatt zu verkalken, in eine elastische Scheide um. Ehe diese Umwandlung aber vor sich geht, muss diese Lage schon zur leimgebenden Grundsubstanz und nicht mehr zur Zahnfaser gerechnet werden, wenn anders die Angaben über die Entstehung des elastischen Gewebes allgemeine Gültigkeit haben sollen. Damit steht auch in Uebereinstimmung, dass sich die Zahnscheiden in den jüngst gebildeten, weichen, noch schneidbaren Partien des Zahnbeins nicht finden, sondern erst in den bereits erhärteten Lagen auftreten, gewissermassen also den Abschluss der Umwandlung von Zellsubstanz in Zahnbeingrundsubstanz markiren. Ob die Zahnscheiden verkalken, möchte wohl kaum zu entscheiden sein. Vielleicht ist es eine ganz allgemeine Eigenschaft der Bindegewebsgruppe, nachträglich aus ihrer sogenannten Grundsubstanz heraus elastische Grenzsäume gegen die in ihr vorhandenen Hohlräume und Lückensysteme auszubilden. Ich erinnere hier an die von Lieberkühn [1]) aus den Sehnen durch Entfernung der leimgebenden Substanz dargestellten elastischen Gerüste.

Wir müssen hier noch kurz auf die granular layer von Tomes und auf die Interglobularräume zurückkommen. Die erste Lage der Elfenbeinzellen, die gegen den Schmelz, resp. Cement, gerichtet ist, verkalkt immer in unvollständiger Weise. Die Ausdehnung der unverkalkten Massen ist verschieden gross; die Zahnfasern stehen unmittelbar mit ihnen im Zusammenhange. Beim Hunde namentlich wechseln solche unregelmässig verkalkte Stellen mit andern, die homogen verkalkt sind, ab, und da entsteht die früher von mir beschriebene „Randzone", s. pag. 174.

In ähnlicher Weise bilden sich auch die grössern Interglobularräume im Zahn, die ganz gleich geformt, auch im wahren Knochen vorkommen. In manchen Fällen ist bei der beginnenden Kalkablagerung noch keine regelmässige Dentinzellenlage vorhanden, es verkalkt dann das mehr oder minder modificirte Pulpagewebe direct; namentlich nimmt die undeutlich

---

1) Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv 1860, Taf, 20. Fig. 3.

fasrige Grundsubstanz Kalksalze auf, während grössere Zellengruppen unverkalkt liegen bleiben. An Stellen, wo nur solitäre Zellen vorhanden sind, entsteht dann eine dem Cement ganz ähnliche Textur der Dentine [1]) (Osteodentine, Owen); da, wo grössere Zellenhaufen eingeschlossen werden, entsteht die ächte Interglobularsubstanz. Die unverkalkten Zellenhaufen bilden die Interglobularsubstanz; die in dieselben hüglig vorspringende verkalkte Fasersubstanz des Schleim-Bindegewebes der Pulpa die Zahnbeinkugeln Czermak's. Am trocknen Zahn erscheinen statt der Zellengruppen mit Luft gefüllte Räume, Interglobularräume; liegen kleine Interglobularräume in grösseren Mengen dicht beisammen, so haben wir die Tomes'sche Körnerschicht, granular layer. Am deutlichsten lassen sich alle diese Verhältnisse an Kalbszähnen nachweisen. Vergl. hierüber auch das von Tomes (a. a. O. pag. 281) Vorgebrachte.

Für einen Uebergang von Zahnfasern in den Schmelz habe ich auch beim Studium der Entwicklungsvorgänge keinen Anhalt finden können. Gerade hier hätte sich das am deutlichsten zeigen müssen. Ich muss mich daher auch von diesem Theil meiner Untersuchungen aus gegen die Tomes'sche Auffassung erklären.

Cement, Zahnsäckchen, Schmelzoberhäutchen und äusseres Epithel.

Eine Darstellung der Textur des Cements kann hier füglich übergangen werden, da seine Auffassung als ächte Knochensubstanz seit Purkinje-Fränkel [2]) unbestritten feststeht. Einige Besonderheiten, betreffend die Zahl und Anordnung der Körperchen, die Beschaffenheit der Grundsubstanz u. a. sollen im Verlauf der Darstellung der Entwicklung besprochen werden. Letztere anlangend, so finden wir wieder den Dualismus der Auffassung, der schon bei der Schmelz- und Dentinbildung hervortrat, hier aber in Bezug auf das Gewebe, welches den Cement liefern soll. Blake [3]) und Tenon [4]), die Entdecker

---

1) s. auch Kölliker's mikroskop. Anatomie II, 1, pag. 168.

2) Fränkel, De penitiore dentium humanor. structura observationes. Diss. inaug. Vratislaviae 1835. 4.

3) De dentium formatione et structura. Edinburgh 1798.

4) Mémoire de l'Institut national (citirt von Robin und Magitot, a. a. O. Tom. IV. p. 148).

des Cements, ebenso G. Cuvier[1]), lassen ihn durch Ossification einer innern (Tenon, Cuvier) oder einer äussern Lage (Blake) des Zahnsäckchens entstehen. Aehnlich spricht sich auch Henle[2]) aus. Kölliker[3]) lässt, wie bei der Verknöcherung das Periost, so hier das Zahnsäckchen ein weiches Gewebe liefern, eine Art blastème sous-périostale (Ollier), welches verknöchere. Das Zahnsäckchen werde nachher zum Periost der Alveole.

Diesem gegenüber finden wir zuerst bei Marcusen[4]) und Hannover[5]), namentlich für den an der Zahnkrone vorkommenden Cement, ein besonderes Cement-Organ erwähnt; Beide haben aber irrthümlicher Weise die Schmelzpulpa dafür genommen.

Am ausführlichsten von den neueren Autoren sprechen Robin und Magitot von der Cementbildung. Sie nehmen ein besonderes Cement-Organ an, dessen Entdeckung sich Magitot (s. Tome IV. p. 149 Anm.) vindicirt; es soll bei den Thieren vorkommen, welche einen Cement-Ueberzug auch über der Zahnkrone besitzen, also z. B. bei den Ungulaten; dem Menschen, Quadrumanen, Carnivoren, Nagern soll es hingegen fehlen. Der Cement der Zahnwurzeln bei den letztern werde von der Zahnsäckchenwand geliefert.

Bei fast allen diesen Meinungen, mit Ausnahme der Ansichten Marcusens und Hannovers, welche die Schmelzpulpa irriger Weise für das den Cement liefernde Organ gehalten haben, ist etwas Richtiges, nur konnte keine vollständige Klarheit hineinkommen, weil die Begriffe über das, was man Zahnsäckchen nennt, über das Periost der Alveole und über den Zusammenhang dieser Theile mit den übrigen Weichtheilen des Zahns nicht immer klar waren. Sie sind, wie es scheint, von den Meisten etwas anders genommen worden, als es den factischen Verhältnissen entspricht. Wir müssen hier alle jene in der Ueberschrift des Abschnitts genannten Gebilde, Zahnsäckchen, Schmelzoberhäutchen, äusseres Epithel und Cement zusammen betrachten, weil sie insgesammt bei der Bildung des letztern entweder unmittelbar oder durch ihre Lage concurriren.

---

1) Anatomie comparée. 2ième édit. 1835. T. IV. p. 216.

2) Allg. Anatomie p. 872 ff.

3) Gewebel. 4te Aufl. p. 420.

4) Bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg. 1850. p. 308 ff.

5) Nova acta Acad. Caes. Leop. nat. curios. p. 817—826.

Durchschneidet man einen Unterkiefer mit sammt einer in ihm enthaltenen Zahnanlage eines neugebornen Kindes, — oder eines Lammes, Kalbes etc., — bei dem also die Zahnanlage der Krone vollendet ist und die erste Bildung des Cements zu erwarten steht, so lassen sich folgende Theile unterscheiden (man vergl. die Abbildung Fig. 1. Taf. VI.). Auf der obern prominirenden Kante des Unterkiefers liegt ein stark entwickeltes Plattenepithel (Kölliker's Zahnwall), welches nach den Seiten (des Schnittes) hin fast plötzlich schwächer wird. An den Seitenflächen nun folgt eine gewöhnlich beschaffene Cutis resp. Schleimhaut mit ihren Drüsen-Haaranlagen etc.; beide Gewebe gehen unter dem Epithelialwall continuirlich in einander über, bilden aber unter demselben einen ebenfalls stark prominirenden Schleimhautwall, der von oben die Anlage des Zahns zudeckt. Dieser Schleimhautwall besteht aus einem sehr dichten, derben Bindegewebe, dessen Fasern auf das Innigste mit einander verfilzt und verflochten sind, ganz nach Art des spätern Zahnfleisches [1]).

Die aus einzelnen zusammenhängenden Knochenbalken be stehende Anlage des Unterkiefers bleibt nach oben hin, gerade da, wo das eben beschriebene derbe Bindegewebe liegt, offen; sie bildet (auf dem Querschnitt) einen elliptischen, nach oben offenen Ring; der Binnenraum des Rings enthält nun ganz unten das Bündel der Dental-Gefässe und Nerven, und darüber, aber durch einen grössern Zwischenraum getrennt, die Anlage des Zahns, d. h. des Zahnbeins und des Schmelzes, und ein lockeres Bindegewebe, welches allseitig die Schmelz- und Zahnbeinanlage umgiebt und die Zahnanlage von dem Unterkiefer, dem Gefäss- und Nervenbündel und dem derben Bindegewebe oben trennt (man vergl. die Abbildung). Aber der Ausdruck „trennen" muss näher definirt werden. Dieses lockere Bindegewebe geht peripherisch überall in die angrenzenden Stücke über; nach oben also in den derben Bindegewebswall, nach den Seiten in das Blastem, was die Markräume des Unterkiefers ausfüllt, nach unten in das Bindegewebe, welches die Vasa und Nervi alveoll. inff. umhüllt.

1) In diesem Bindegewebe finden sich die unter dem Namen der Glandulae tartaricae von Serres beschriebenen Epithelanhäufungen, deren Entstehung aus den Resten des Kölliker'schen Schmelzkeims mir namentlich beim Menschen sehr oft mit Bestimmtheit nachzuweisen gelang. Man gewahrt nämlich nicht selten einzelne Züge von Epithelzellen sich der Länge nach durch dieses Bindegewebe hindurch erstrecken, so dass das Ganze wie ein langgestreckter Schmelzkeim aussieht, der aber durch hindurchgewachsene Bindegewebszüge in einzelne nesterförmige Abtheilungen gebracht ist.

Der Uebergang in das derbe Bindegewebe, welches die Oeffnung des elliptischen Unterkieferringes deckt, ist so allmälig, dass man durchaus keine Grenze angeben kann; evident gehören beide Gebilde ihrer Entwicklung nach zusammen. Ganz dasselbe gilt für das Gewebe, welches die Grundlage des Unterkiefers bildet.

Von einem besondern Zahnsäckchen, welches als eine fibröse Membran die ganze Zahnanlage, auch etwa ein Cement-Organ, kapselartig rings umschlösse, wie es fast alle Abhandlungen über die Zähne bisher dargestellt haben, kann bei den von mir untersuchten Geschöpfen nicht die Rede sein. Gewöhnlich hat man seit J. Hunter[1]) zwei Lagen des sogen. Zahnsäckchens unterschieden, eine äussere, mehr derbe, fibröse, und eine innere, lockere, gefässreiche. Allerdings variirten dabei die Ansichten noch sehr; man stritt, ob beide Lagen Gefässe führten, ob nur die äussere oder nur die innere u. dgl. Viele haben die Schmelzpulpe als einen Theil des Zahnsäckchens angesehen. Die neuere Zeit hat hierin zwar Manches geklärt, indessen eine besondere Kapsel um sämmtliche Zahnanlagen herum hat sich wohl noch Jeder gedacht. Ich verweise z. B. auf die Abbildung in Kölliker's Gewebel. 4te Aufl. Fig. 223, nach einem Präparate von Thiersch[2]). Auch Tomes (a. a. O. p. 44) nimmt noch einen besondern Zahnsack an, als ein dichteres Gewebe, welches unmittelbar das Schmelzorgan umgebe; ebenso Robin und Magitot (a. a. O. p. 40 ff. Bd. II.). Eine solche Lage existirt nicht. Ebenso wenig kann man dann von einer innern, gefässreichen Lage des Zahnsäckchens sprechen, womit offenbar das von mir hier genannte lockere Bindegewebe gemeint ist. Man thut wohl am besten, den Namen „Zahnsäckchen" ganz fallen zu lassen, da derselbe nur zu Irrthümern führen kann. Dem Zahn eigenthümlich und als abgeschlossenes Ganze bleibt nur die

1) The natural history of the human teeth. London 1771. 4. p. 86 ff.

2) Ich kann natürlich hier die Treue der von Kölliker gegebenen Abbildung nicht bestreiten wollen, da ich das betreffende Präparat nicht kenne. Aber dasselbe ist nicht mit seinen Umgebungen, dem Kiefer und dem Zahnfleisch, gezeichnet. Sobald das hinzukommt, ändert sich die Sachlage, denn nun sieht man jedesmal, wie die sogen. äussere, derbe Zahnsäckchenlage einmal ganz continuirlich in das derbe Zahnfleisch übergeht, und zweitens unmittelbar mit dem Gewebe in den Maschenräumen des Unterkiefers zusammenhängt, so dass eine Trennung von beiden nur eine künstliche sein kann. Das, was man dann Zahnsäckchen nennt, gehört ebensogut dem Unterkiefer und dem Zahnfleisch an, und es ist ganz willkürlich, es vorzugsweise mit der Zahnanlage in eine nähere Beziehung zu bringen.

Anlage für den Schmelz und für den Zahnbeinkeim; diese werden durch das äussere Epithel von ihrer Umgebung scharf abgegrenzt, bis auf die kleine Communication am Fusse der Pulpa des Dentins, wo die Gefässe und Nerven zutreten. (Wir lassen hier noch das spätere Stadium, in dem sich die Zahnwurzel bildet, ausser Acht.) Will man diese Anlage „Zahnsäckchen“ nennen, wie es auch geschehen ist, so wäre dem die äussere Form nicht im Wege; indessen thut man besser, den Namen zu vermeiden, um keine Verwechslungen herbeizuführen, und spricht präciser von einer „Zahnanlage“.

Um indessen dem thatsächlichen Verhalten möglichst gerecht zu werden, darf ich nicht unerwähnt lassen, dass bei der ersten Entwicklung des Zahns, von der Basis des Zahnkeims ausgehend, sich in dem aus rundlichen Zellen bestehenden allgemeinen Kieferblastem ein Zug mehr spindelförmiger Zellen als gesonderte Lage heraushebt, der um den Dentinkeim herum sich nach dem Halse des Schmelzkeims hinerstreckt. Ich habe denselben in meiner ersten Abhandlung (a. a. O. pag. 256) beschrieben und mehrfach abgebildet (s. daselbst Taf. I. Fig. 3 u. 4. Taf. II. Fig. 5). Die Zeichnungen sind möglichst getreu. Ich habe auch damals diese Längszüge als Anlage einer eigenen Zahnsäckchenwand aufgefasst. Sie sind aber nichts anders, als die erste Spur und Grundlage des eben beschriebenen lockern Bindegewebes; sie entwickeln sich nicht zu einer geschlossenen Follikelwand. In spätern Stadien, bei weiter vorgeschrittener Entwicklung, findet man wohl hier und da in dem lockern Gewebe einzelne derbere Längszüge, so namentlich am Fusse des Zahnbeinkeims dicht am äussern Epithel, oder in der Nähe des Unterkiefers; sie bilden aber nie eine geschlossene, für sich darstellbare Kapsel.

Wir haben eben erwähnt, dass das äussere Epithel die Anlage der Zahnkrone von ihrer Umgebung, dem Alveolenbindegewebe, abtrennt. Anfangs bildet dieses Epithel eine einfache Zellenlage von wenig charakteristischer Form. An der Umschlagsstelle (s. Fig. 1. Taf. VI.) gehen die regelmässigen Cylindersäulen der Schmelzmembran allmälig in kürzere, mehr kegel- und spindelförmige Elemente über, bis schliesslich eine Lage rundlicher, sich gegenseitig abplattender Zellen entsteht, die den Grenzsaum der Schmelzpulpe gegen das Alveolenbindegewebe bilden. Dazu gehört nach innen, d. h. nach der Schmelzpulpe hin, eine Lage dicht gedrängter, membranloser runder Zellen, die vollständig dem von mir sogenannten Stratum intermedium der Schmelzmembran entspricht (s. erste Abhandlung a. a. O. p. 273). Sie geht an der Um-

schlagsstelle auch continuirlich in das letztere über und unterscheidet sich nur durch ihre geringere Mächtigkeit. Ich nenne sie Stratum intermedium des äussern Epithels. Schon in meiner frühern Abhandlung habe ich erwähnt (s. a. a. O. p. 293), dass nach der Atrophie des sternförmigen Gewebes der Schmelzpulpe beide Strata intermedia in eins zusammenfliessen, welches dann an jeder Fläche ein Epithel trägt, Cylinderzellen nach dem Schmelz hin, rundliche und platte Elemente nach aussen gegen das Bindegewebe der Alveole. Sehr schön lassen sich diese Verhältnisse an den Backzähnen der Wiederkäuer verfolgen, deren Kronenspitzen sehr rasch wachsen und eine starke Schmelzlage besitzen. Hier ist oben an der Krone die Verschmelzung beider Epithelien schon vollendet zu einer Zeit, wo mehr nach der Wurzel hin noch sternförmige Pulpazellen zwischengelagert erscheinen. Um diese Zeit, nach der Vereinigung beider Epithelien, erscheint etwas Neues, die Bildung kleiner drüsenschlauchähnlicher Wucherungen des äussern Epithels in das Alveolen-Bindegewebe hinein, die sogenannten Epithelialsprossen oder Epithelialfortsätze (Kölliker). Dieselben sind zuerst von Marcusen gesehen und am ausführlichsten von Robin und Magitot beschrieben worden. Zwischen diese Epithelialfortsätze erstrecken sich gefässtragende Papillen des Alveolenbindegewebes. Es ist jedenfalls am richtigsten, wenn man, anstatt die Auswüchse des Epithels zu betonen, den Accent vielmehr auf die Gefässpapillen des Alveolenbindegewebes legt, und sagt, dass letzteres zur Zeit der Vereinigung beider Epithelien Gefässpapillen in das vereinigte Epithelstratum hineintreibe. Das Schleimhautbindegewebe der Mundhöhle, dazu gehört ja auch genetisch das Alveolenbindegewebe, bildet also Papillen nach jedem Epithellager hin, mit dem es in Connex tritt. Diese Papillenbildung manifestirt sich auch später an der äussern Oberfläche des fertigen Schmelzes. Bekannt sind die feinen, parallel an der freien Fläche des Schmelzes umlaufenden Leisten, die namentlich an den eben hervorgebrochenen Zähnen des Kalbes und des Lammes so deutlich erscheinen. Dieselben sind evident Folge dieser Papillenbildung, die auch in ähnlichen Reihenzügen, wie die Papillen der Fingerspitzen in die Epidermis, hier in die Schmelzmembran hineinwachsen. Ich habe in der Abbildung Taf. VI. Fig. 1. (8) eine Andeutung dieses Verhaltens zu geben versucht. Vielleicht ist in dieser Papillenbildung auch eine fernere Ursache der mannichfachen Durchkreuzungen der Schmelzprismen zu suchen.

Nach der Vereinigung beider Epithelien wird fast noch

mehr Schmelz gebildet als vorher zur Zeit, wo noch die sternförmige Pulpa sie trennte. Was wird aber aus dem vereinigten Epithel, wenn die Schmelzbildung aufhört? Nichts anders, als das seit Erdl[1]) und Nasmyth[2]) so viel genannte Schmelzoberhäutchen[3]), dem es, was die Verschiedenheit der Meinungen über seine Entstehung und Bedeutung anlangt, ähnlich ergangen ist, wie der Membrana praeformativa.

Sind die letzten Cylinderzellen der Schmelzmembran verkalkt, so bleibt noch ein spärlicher Rest des Stratum intermedium und des äussern Epithels übrig; diese Elemente wandeln sich nun in ein Pflasterepithel von scharf ausgeprägten, grossen, eckigen Zellen um, von ähnlichem Habitus wie die oberflächlichen Pflasterzellen der Mundhöhle, nur etwas kleiner. Dieses Zellenlager bildet eine dünne, zwei- bis dreischichtige Haut, die nun unmittelbar auf dem fertigen Schmelz aufliegt. Die Zellen werden immer platter, und ihr Kern verliert mehr von seiner Deutlichkeit. Schliesslich verschmelzen sie zu einer Art structurloser Haut, in der ohne Weiteres weder Kerne noch Zellenconturen mehr wahrnehmbar sind. Das geschieht während des Zahndurchbruchs. — Ob diese Haut verkalkt, muss ich dahingestellt sein lassen. Ich möchte eher eine Art Verhornungsprocess annehmen, da, wenn das Häutchen sich zu seiner definitiven Form ausbildet, seine Elemente bereits aus dem Bereiche der Blutzufuhr ausgetreten sind.

Das Schmelzoberhäutchen ist also eine epitheliale Bildung, ein Epithel über dem Epithel, denn der Schmelz stellt ja

---

1) Untersuchungen über den Bau der Zähne bei den Wirbelthieren, insbes. den Nagern. Münchener akadem. Abhandl. Math. natw. Klasse. 1841. p. 485 ff.

2) Researches on the development, structure and diseases of the teeth. London 1849.

3) Erdl giebt an, dass das Schmelzoberhäutchen aus kleinen Zellen zusammengesetzt scheine (s. pag. 514 a. a. O.), während Nasmyth es unter dem Namen „persistent capsula" als eine dünne Cementlage auffasst, die auch die Zahnkrone überziehe. Dieser Anschauung sind fast alle englischen Forscher gefolgt, s. z. B. Owen, Odontography, Introduction p. 61. Nur Huxley hat dasselbe, wie wir schon früher bemerkten, mit der Membrana praeformativa und dem Häutchen, was sich bei Salzsäurezusatz von der freien Fläche, auch der erstgebildeten Schmelzschicht, abhebt, identificirt. Wir haben bereits die Irrthümer dieser Meinung angegeben. Kölliker (Gewebel. 4te Aufl. pag. 416) sagt: „Die Schmelzzellen liefern, bevor sie zu Grunde gehen, noch eine zusammenhängende hautartige Ausscheidung, die ebenfalls verkalkt und das Schmelzoberhäutchen darstellt." Berzelius und Retzius (s. des Letztern Abhandlung in Müller's Archiv pag. 486) haben das Schmelzoberhäutchen schon gekannt, lassen es aber an der Innenseite des Schmelzes gelegen sein.

selbst das Epithel des Zahns dar. Mit dem Cement hat das Schmelzoberhäutchen nichts zu thun. Die am meisten analoge Bildung ist die Cuticula des Haares, bei der allerdings insofern ein Unterschied stattfindet, dass die einzelnen Elemente derselben auch später noch ohne Weiteres erkennbar sind [1]).

Die Beweise für das Gesagte sind nicht schwer zu finden. Wenn man von einem eben vorgebrochenen Zahn, am besten einem Kalbszahn, das Zahnfleisch ablöst, so bleibt auf dem Schmelz, so weit er eben noch vom Zahnfleische bedeckt war, ein dünnes Häutchen liegen, das mit freiem Auge recht gut erkennbar ist, namentlich an dem leicht blutigen Aussehen seiner vorliegenden Fläche. Verfährt man bei dem Abheben des Zahnfleisches vorsichtig, so kann man sehr deutlich sehen, wie ganz feine Fädchen sich zwischen dem Häutchen und dem Zahnfleisch anspannen und schliesslich abreissen. Es sind das offenbar die gefässhaltigen Papillen des Zahnfleisches, die aus dem Epithelrest (denn das ist jenes Häutchen) theilweise herausgezogen werden. Nach dem bereits frei zu Tage getretenen Schmelz hin klebt die in Rede stehende Lage immer fester der Zahnoberfläche an und verliert sich endlich ohne scharf markirte Grenze. Legt man nun einen so vorbereiteten Zahn in verdünnte Salzsäure, so hebt sich nach wenigen Minuten das veritable Schmelzoberhäutchen von der freien Zahnkuppe ab, zugleich aber auch die vorhin beschriebene, vom Zahnfleisch verdeckte, leicht blutige Schicht. Nach kurzer Zeit lässt sich beides zusammen als eine continuirliche Lage leicht vom Zahn abnehmen, und nun löst sich aller Schmelz nach und nach auf, ohne dass jemals noch ein weiteres Häutchen zu Tage gefördert würde. Das Examen unter dem Mikroskop ergiebt sofort die Continuität des homogenen Schmelzoberhäutchens mit dem noch deutlich aus Zellen zusammengesetzten, unter dem Zahnfleisch verborgenen Häutchen. Stellt man dessen äussere Fläche ein, so sieht man auf die zottenähnlich vorragenden Epithelialfortsätze, zwischen denen noch Bindegewebsreste mit Gefässen liegen; weiter zur freien Zahnfläche hin werden die Zotten flacher, die Gefässreste spärlicher; schliesslich erscheint das beschriebene Pflasterepithel, das mit dem allmäligen Schwinden der Kerne in die homogene, leicht

---

1) Die Bildung homogener Häute aus verschmolzenen Zellen wird mit der Zeit wohl immer mehr Anhänger finden. Schon Henle (pag. 189 seiner allgem. Anat.) macht darauf aufmerksam. Neuerdings hat Schweigger-Seidel (Die Nieren des Menschen und der Säugethiere, Halle 1865. 8.) auf ein analoges Verhalten des Epithels, was den Glomerulus der Bowman'schen Kapseln überzieht, aufmerksam gemacht.

körnig erscheinende Schmelzoberhaut übergeht. Durch Silber imprägnation nach von Recklinghausens Methode sind übrigens auch in dieser die Zellengrenzen wieder sichtbar zu machen (vergl. d. Abbildung Taf. VI. Fig. 6).

Kehren wir nunmehr zur Bildung des Cements zurück. — Wir haben gesehen, dass zwischen äusserm Epithel und innerer Alveolenfläche des Knochens kein anderes Gewebe existirt, als das lockere Alveolenbindegewebe. Auch später, wenn die Zahnwurzel sich bildet, bei der also kein äusseres Epithel zwischengelagert ist, bildet dies Gewebe zwischen Wurzelkeim und Innenwand der Alveole die einzige Ausfüllungsmasse. Das genauere Studium desselben ergiebt nun, dass es in den frühern Stadien seiner Entwicklung ein exquisites Schleimgewebe ist. Ich gebrauche hier die von Virchow eingeführte Bezeichnung dieses Gewebes, weil es mir zweckmässig erscheint, für ein so wohl charakterisirtes Glied der Bindesubstanzgruppe einen bestimmten, nicht zu missdeutenden Namen zu haben.

Das Schleimgewebe der Alveolen ist mit dem Unterhaut- und Unterschleimhautgewebe in eine Linie zu stellen. Die zierlichsten Maschennetze sternförmig und spindelförmig verzweigter Zellen enthalten eine klare, schleimige Flüssigkeit; zwischendurch winden sich Gefässe und ausgebildete Bindegewebsfibrillen, deren Entwicklung sich hier sehr gut verfolgen lässt. Es ähnelt in etwas dem sternförmigen Gewebe der Schmelzpulpe; indessen lassen sich hier leicht dieselben Verschiedenheiten constatiren, wie wir sie vorhin für das Gewebe des Zahnbeinkeims aufgeführt haben; namentlich bedingen schon die Gefässe einen sofort in die Augen fallenden Unterschied. Hier und da liegen grössere runde Zellen mit klarem Protoplasmahof und 2—3 und mehr Kernen eingestreut. Diese Zellen mögen wohl von Marcusen, Hannover, Robin und Magitot mit Knorpelzellen verwechselt worden sein (vergl. die Abbildung bei R. u. M. Taf. VI. Tome IV. des Brown-Séquard'schen Journals); ich habe wenigstens nie veritable Knorpelzellen, d. h. Zellen, die einen Hof, ähnlich einer Knorpelkapsel, um sich hatten, sehen können. Pferdeembryonen habe ich nicht zur Untersuchung bekommen; ich kann also für diese ein etwaiges Vorkommen von Knorpelzellen nicht in Abrede stellen.

Das so constituirte Schleimgewebe wandelt sich nun in seinem weitern Entwicklungsgange in derbes, fibrilläres Bindegewebe um und liefert einen Theil des Zahnfleisches, bildet die Verknöcherungsgrundlage für den Alveolartheil der Kiefer-

knochen und für den Cement, und wird schliesslich zum Periost der Alveolen. Dass für alle diese Umwandlungen lebhafte Zellproductionen nothwendig sind, leuchtet von selbst ein, und die eben beschriebenen runden Zellen mit mehreren Kernen sind die in der Neubildung begriffenen jüngern Elemente, während die spindel- und sternförmigen Zellen ältern Datums sind und sich bereits in fibrilläre Bindegewebsgrundsubstanz umzubilden beginnen [1]).

Der Modus der Cementbildung selbst, welche an der Wurzel der Zähne mit dem Durchbruch der Krone beginnt, ist nun genau derselbe, wie der der Ossification überhaupt. Schnitte durch Unterkiefer und Zahnwurzel zugleich zeigen auf's Deutlichste den gleichen Process. Ich muss für denselben wiederum auf Gegenbaur's Arbeit in der Jenaischen Zeitschrift für Medicin und Naturw. Bd. I. Hft. 3. 1864. und auf meine vorläufige Mittheilung im Berliner medicinischen Centralblatt vom 8. Februar 1865 verweisen. —

Robin und Magitot haben nun den Theil des gefässreichen Schleimgewebes, welcher die spätere Zahnkrone umgiebt, als einen besondern „Cementkeim" beschrieben („organe du cément"). Ein Cementorgan soll bei allen den Thieren vorkommen, welche einen Cementüberzug auch an der Zahnkrone besitzen. Für den Wurzelcement gäbe es kein besondres Cementorgan, derselbe werde von der Zahnsäckchenwand geliefert, die sich später in das Alveolarperiost umwandle. Das Cementorgan soll fehlen, wo der Kroncement fehlt. Dieser Darstellung kann ich durchaus nicht zustimmen.

Einmal haben diejenigen Species, denen R. und M. einen Cementkeim zuschreiben, in vielen Fällen gar keinen Cementüberzug an der Krone. Die Wiederkäuer und Pachydermen werden als Musterbeispiele für den Cementkeim genannt. Ich weiss sehr wohl, dass bei vielen Species derselben Cement an der Zahnkrone vorkommt, bei andern aber, und auffallender Weise gerade denen, welche auch von R. und M. bei ihren Untersuchungen am meisten benutzt wurden, Schaf, Kalb, Hirsch, Reh, Hausschwein, giebt es keinen Cementüberzug des Schmelzes. Bei den aufgeführten Wiederkäuern fängt derselbe erst am Zahnhalse an; das Schwein zeigt Cement auch etwas über das Niveau des letztern hinaus, keineswegs aber einen vollständigen Ueberzug. Bei R. und M. hingegen heisst es (s. Tome IV. p. 148, Anm.): „Dans d'autres espèces,

---

1) Gerade das hier in Rede stehende Gewebe zeigt sehr evident die Richtigkeit der Schwann'schen Darstellung der Bindegewebsentwicklung.

les ruminants, les pachydermes, l'ordre des sauriens parmi les reptiles, le cément entoure aussi bien la couronne que la racine et forme ainsi à la dent une enveloppe totale et non interrompue de tissu osseux."

Das ist nicht richtig für die eben genannten Species; es findet sich bei ihnen am grössten Theil der Krone keine Spur von Cement. Wenn Owen (Odontography p. 523 ff.) in denselben Fehler verfällt, so ist zu bedenken, dass er das Schmelzoberhäutchen für eine Cementlage ansieht, was Robin und Magitot nicht zulassen. Ich muss allerdings zugeben, dass in den tiefen Einsenkungen der Backzahnkronen der genannten Thiere hin und wieder Cement gefunden wird; das ist aber nichts Besonderes, sondern findet sich auch mitunter an den Backzähnen des Menschen (s. Tomes a. a. O. p. 255), denen doch nach R. und M. kein Cementorgan zukommen soll. Diese Thatsachen lassen schon die Annahme eines besondern Cementkeims als sehr problematisch erscheinen. Wenn wir nun ferner das früher über das Verhalten des sogenannten Zahnsäckchens Gesagte uns vergegenwärtigen, wenn wir sehen, dass ein sehr stark entwickeltes, gefässhaltiges Schleimgewebe auch bei den Geschöpfen ohne Kronencement (Mensch, Katze etc.) vorkommt; wenn wir ferner sehen, dass die ganze erste Anlage des Alveolartheils der Kiefer, des spätern Zahnfleisches und des Alveolarperiosts sich aus demselben, durchweg in allseitigster Continuität stehenden Schleimgewebe hervorbildet, was nach Robin und Magitot den Cementkeim ausmachen soll, so ist es unmöglich, die Existenz dieses besondern Keimes anzunehmen. Der Cement bildet sich an der Krone sowohl wie an der Wurzel aus demselben Gewebe, dem gefässreichen Schleimgewebe, was auch als Grundlage der eben genannten andern Theile erscheint. Für den Kronencement existirt nur der ganz unwesentliche Unterschied, dass derselbe in früherer Zeit gebildet wird als der Wurzelcement; wir finden also bei ersterm das Matriculargewebe noch mehr im Zustande des Schleimgewebes, während es sich bis zur Bildung des letztern bereits in das derbere Bindegewebe des Alveolarperiosts umgewandelt hat.

Es erübrigt noch, auf einige Besonderheiten bei der Cementbildung aufmerksam zu machen.

Der Cement mancher Species, namentlich derer, wo er in relativ dünnen Lagen entwickelt ist (Mensch, Hund, Katze etc.), ist der reinste Bindegewebsknochen, der vorkommt. Man erkennt sogar in dem trocknen Schliff die Spuren der verkalkten Bindegewebszüge. Hat man mit Salzsäure erweicht und einen Schnitt

durch die ganze Alveole gemacht, so sieht man die Faserbündel des Alveolar-Periosts direct in den Cement übergehen und kann sie in demselben noch verfolgen. Dieselben sind aber nicht etwa unverkalkt im Cement enthalten gewesen, sondern man erkennt noch deutlich an der Grenze, dass auch sie die Kalksalze aufgenommen haben mussten. Diese Faserbündel laufen bald radiär, bald der Längsaxe des Zahns parallel; man erhält daher auf jedem Schnitt runde, wie es scheint, von elastischen Scheiden begrenzte Figuren im Cement, zwischen denen Knochenzellen liegen. Dieselben kommen auch vielfach am gewöhnlichen Knochen vor und sind zuerst von Lieberkühn bei den verknöcherten Vogelsehnen richtig gedeutet worden [1]).

Seit Gerber sind im Cement der Pferde vielfach eigenthümliche, grosse, runde Gebilde mit dicken Wänden und centraler zackiger Höhlung als etwas Besonderes erwähnt worden. Ich weise hier auf ein Factum hin, welches auf diese Bildungen ein bestimmtes Licht zu werfen im Stande ist. Der Pferdecement greift überall mit runden Vorsprüngen in die angrenzenden Zahnsubstanzen, vorzüglich aber in den Schmelz hinein. Entfernt man nun den letztern durch Salzsäure, so hat man an der Grenze die schönsten Gerber'schen Kugeln, die alle durch eine Art dünnen Stiels mit der Hauptmasse des Cements zusammenhängen [2]). Die auch im Innern des Cements hier und da um einzelne Zellen und Zellengruppen auftretenden Conturen begreifen sich nicht schwer, wenn man mit Zugrundelegung der von Gegenbaur und mir gegebenen Darstellung des Ossificationsprocesses den Bau des Alveolar-Periosts in Rechnung bringt. An der Grenze der Verknöcherung bilden sich durch Wucherung der vorhandenen Bindegewebszellen in dem um diese Zeit schon recht festen Bindegewebe Osteoblastennester von grösserer oder geringerer Ausdehnung. Diese Nester sind natürlich von den auseinandergedrängten Bindegewebsbündeln umgeben, so dass an der Ossificationsgrenze eine Art alveolären Gewebes entsteht. Nun ossificirt sowohl Gerüst als zelliger Inhalt der Maschenräume, letzterer in der Art, dass sich ein Theil der Zellen in Knochengrund-

1) Vergl. Lieberkühn, Ueber Knochenwachsthum, Reichert und Du Bois-R. Archiv. 1864. Hft. 5.; daselbst ist auch die Rede von der Häufigkeit dieser Bildungen im Pferdecement.

2) Dass die Gerber'schen Kugeln meist in den innersten Lagen des Cements vorkommen, erwähnt auch Kölliker (Gewebel. p. 405. 4te Aufl.). Vergl. hier ausserdem Heinr. Müller in Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. 1858. p. 165, der auf denselben Umstand aufmerksam macht.

substanz umwandelt, ein anderer unverändert als Knochenkörperchen zurückbleibt; eine solche verknöcherte Alveole sieht dann im Ganzen immer aus, wie eine Kapsel, worin eine oder mehrere Knochenzellen liegen.

Die äusserste Lage des fertigen Cements zeigt immer eine eigenthümliche, homogene Beschaffenheit; man könnte sie die „Glaslamelle des Cements" nennen, denn sie sieht aus, als wäre sie eine verknöcherte Glashaut. Bei Kaninchenbackzähnen liegt dieselbe an manchen Strecken allein dem Schmelz auf, ohne dass irgend ein Knochenkörperchen darin vorkommt. Diese homogene Lage ist ein reines, verkalktes homogenes Bindegewebe. Wenn man einen Kaninchenbackzahn entkalkt, so bleibt dieselbe häufig mit dem Alveolarperiost statt mit dem übrigen Cement in Verbindung, und man kann dann leicht sich von ihrer Entwicklung durch Verkalkung einer homogenen Bindegewebslage überzeugen. Kölliker erwähnt ebenfalls die knochenkörperchenfreie, äussere Lage des Cements (s. Mikrosk. Anatomie II, 1. pag. 80). Robin und Magitot beschreiben eine solche auch von der Nähe der Dentingrenze, wovon ich mich indessen nicht vergewissern konnte.

Im Folgenden gebe ich noch kurz eine Uebersicht des Ganges der Zahnentwicklung in der Weise, wie ich denselben nach den vorliegenden Untersuchungen auffassen muss.

1) Die Zähne der Säugethiere und des Menschen, insofern sie Schmelz führen, beginnen ihre Entwicklung mit der Hereinwucherung des Mundhöhlenepithels (Schmelzkeim, Kölliker) in das Kieferblastem.

2) Der Schmelzkeim bildet am Kieferrande eine continuirliche Lage, die der Länge desselben entlang geht (Kölliker).

3) An den Stellen, wo Zähne entstehen sollen, wächst dem Schmelzkeim eine papillenförmige Erhebung des Schleimhautblastems der Kiefer entgegen (Dentinkeim, Zahnbeinkeim, Elfenbeinkeim), zu der Zeit noch aus wenig gesonderten Zellen mit deutlichen dunklen Kernen bestehend, die den Schmelzkeim vor sich her einstülpt.

4) Die fertige Zahn-Anlage besteht aus dem Zahnbeinkeim und dem von ihm eingestülpten Schmelzkeim. Der letztere hat sich nunmehr in soviel einzelne grössere Massen getheilt, als Zähne entstehen; diese einzelnen Abtheilungen heissen jetzt Schmelzorgane. Jedes Schmelzorgan umgiebt kappenförmig seinen Dentinkeim.

5) Das Schmelzorgan differenzirt sich weiter in drei Theile, inneres Epithel oder Schmelzmembran, äusseres Epithel und Schmelzpulpe.

6) Das innere Epithel, die Schmelzmembran (Kölliker) besteht aus cylindrischen, kernhaltigen Zellen, welche direct auf der Oberfläche des Zahnbeinkeims aufsitzen.

7) Das äussere Epithel ist die continuirliche Fortsetzung des innern auf die vom Dentinkeim abgewendete Fläche des Schmelzorgans; es geht durch eine schmale Brücke, Hals des Schmelzkeims, in das Mundhöhlenepithel über.

8) Die Schmelzpulpe füllt den von beiden Epithelien umschlossenen Raum aus und besteht aus sternförmigen, mit einander anastomosirenden Zellen (umgewandeltes Epithel, Kölliker).

9) Der Hals des Schmelzkeims, resp. Schmelzorgans, geht später durch zwischenwucherndes Bindegewebe des Zahnfleisches zu Grunde; die Zahnanlagen werden dadurch vollständig von dem Mundhöhlenepithel geschieden. Reste dieses Schmelzkeimhalses erhalten sich hier und da als kleine Epithelzellennester, Glandulae tartaricae (Serres, Kölliker).

10) Das Epithel der Mundhöhle erhebt sich bei der Zahnentwicklung über den Kieferrand in Form eines Walles (Zahnwall, Kölliker). Bei den Schneidezähnen erhebt es sich aus der Furche zwischen Lippe und Kieferrand, und von dieser Furche aus stülpt sich auch der Schmelzkeim seitwärts ein. Bei den Backzähnen wuchert der letztere von der Kante des Kiefers gerade nach abwärts; hier entwickelt sich demgemäss auch der Zahnwall oben auf dem Kiefer.

11) Ein sogenanntes Zahnsäckchen, welches die Zahnanlagen follikelartig umschlösse, existirt nicht; die letzteren werden vielmehr in ihrer Alveole von einem gefässhaltigen Schleimgewebe umgeben, das sich später zu Bindegewebe umformt und sowohl einem Theil der Kiefer und des Zahnfleisches als auch dem Cement zur Grundlage dient.

12) Der Schmelz entsteht durch unmittelbare Verkalkung der Schmelzzellen (Schwann, Tomes).

13) Die Querstreifen der Schmelzprismen werden zum Theil wohl mechanisch durch die gegenseitige Aneinanderlagerung der anfangs noch weichen, sich kreuzenden Prismen hervorgebracht.

14) Die Kreuzungen der Schmelzprismen erklären sich aus dem Umstande, dass während der Bildung des Schmelzes immer neue Schmelzzellen entstehen und in verschiedener Richtung zwischen die alten eingeschoben werden.

15) Die Schmelzzellen entwickeln sich aus dem Stratum intermedium, einer dem Reta Malpighii der Epidermis analogen

Zellenlage dicht unter dem innern und äussern Epithel, zwischen diesem und dem sternförmigen Pulpa-Gewebe gelegen.

16) Die bereits vorhandenen Schmelzzellen verlängern sich ausserdem durch directe Apposition von Elementen des Stratum intermedium.

17) Die sternförmige Schmelzpulpa schwindet später; dann rücken beide Epithelien, äusseres und inneres, aneinander, die beiderseitigen verschmolzenen Strata intermedia, ihr gemeinsames Rete Malpighii, in der Mitte.

18) Fast zu derselben Zeit treibt das lockere gefässhaltige Bindegewebe, welches die Zahnanlagen in der Alveole umgiebt, Gefässpapillen in das vereinigte Epithellager hinein, welches seinerseits sich zwischen die Papillen einsenkt (Epithelialsprossen, Marcusen, Kölliker).

19) Nach Beendigung der Schmelzbildung wandelt sich der Rest des Epithels in ein Plattenepithel um, dessen Zellen schliesslich zu einer Art homogenen Haut verschmelzen, während ihre Kerne verschwinden, Schmelzoberhäutchen.

20) Das Huxley'sche Häutchen ist ein Kunstproduct; es stellt die oberste (jüngste), noch am wenigsten verkalkte Lage des Schmelzes dar.

21) Eine Membrana praeformativa als ein besonderes Gebilde existirt nicht.

22) An der Oberfläche des Dentinkeims bilden sich durch Vermehrung und Vergrösserung der Zellen desselben die Elfenbeinzellen, dieselben sind vollständig den Osteoblasten (Gegenbaur) analog.

23) Die Dentinbildung geht der Art vor sich, dass die Zellsubstanz der Elfenbeinzellen selbst verkalkt, jedoch nur zum Theil, indem Fortsätze derselben, welche theils vor der Verkalkung präformirt sind, theils sich erst durch partielle Verkalkung bilden, als weiche fasrige Massen übrig bleiben (Zahnfasern, Tomes, Kölliker).

24) Die verkalkte Masse der Dentinzellen bildet die sogenannte Intertubularsubstanz des Dentins; die Höhlungen, welche die Zahnfasern aufnehmen, sind die Zahnkanälchen; dieselben gehen nicht in den Schmelz über.

25) Die innere, der Zahnfaser zugekehrte Fläche der Zahnkanälchen wird von einer Art elastischen Scheide ausgekleidet (Zahnscheide, E. Neumann).

26) Die Dentinbildung und der Ossificationsprocess sind einander vollständig analog.

27) Die Dentinzellen recrutiren sich durch Neubildung und Vergrösserung von den Zellen des Dentinkeims aus, die

vielfach in directer Verbindung mit den bereits fertigen Dentinzellen stehen.

28) Der Cement entsteht aus dem umgewandelten gefässhaltigen Schleimgewebe der Alveole; der Process ist derselbe wie bei der Ossification, nur dass in manchen Fällen der Cement durch directe Petrification eines vorgebildeten fasrigen Bindegewebes, des Alveolar-Periosts, entsteht. Ein besonderer Cementkeim, aus dem der Kroncement gebildet würde (Robin und Magitot), existirt nicht; die Bildung ist dieselbe, wie für den Wurzelcement, so auch für den Kroncement.

Breslau, 24. März 1865.

Erklärung der Abbildungen Taf. VI.

Fig. 1. Durchschnitt durch den ganzen Unterkiefer mit der Anlage eines Backzahns vom Lamme; circa 20 mal vergrössert; halbschematische Zeichnung.

(Die Umrisse sind getreu mittelst des Zeichnenprisma's aufgenommen, es ist nur das Detail der Figur, der bessern Uebersicht halber, mehr vergrössert dargestellt worden, als es der 20 mal. Vergrösserung des Ganzen entspricht.)

1) Zahnbeinkeim mit den Elfenbeinzellen am Rande.

2) 2, Neugebildetes Zahnbein.

3) 3, Schmelz.

4) Umbiegungsstelle der Schmelzmembran in das äussere Epithel.

5) (rechte Seite der Fig.) Schmelzmembran (inneres Epithel).

6) Aeusseres Epithel.

7) 7, 7, Schmelzpulpe.

8) (linke Seite der Fig.) Vereinigtes inneres und äusseres Epithel mit den Epithelialfortsätzen und den Papillen des Alveolen-Bindegewebes. (Es sind hier, schematisch, kleine leistenförmige Eindrücke in Folge der Papillenbildung an der Schmelzmembran und correspondirend am fertigen Schmelz gezeichnet worden.)

9) 9, 9 a. Bindegewebe der Zahnalveole, in frühern Stadien ein gefässreiches Schleimgewebe (Zahnsäckchen der Autoren). Dasselbe geht nach oben continuirlich in das derbe Bindegewebe des Zahnfleisches 9 a über, seitlich hängt es mit dem Gewebe in den Maschenräumen des Unterkiefers zusammen. Man bemerkt in demselben einzelne mehr hervortretende Bindegewebszüge, welche indessen nicht als eine geschlossene Kapsel um die Zahnanlage angesehen werden können.

10) Querdurchschnittenes Bündel der Alveolar-Gefässe und Nerven.

11) 11, Anlage des Unterkiefers.

12) 12, 12, Aeussere Bindegewebslage des Unterkiefers (Periost).

13) Epithelwall.

14) 14, Aeussere Haut mit Epidermis.

15) Mundhöhlenfläche des Unterkiefers, mit querdurchschnittenen einzelnen Muskelbündeln.

Fig. 2. Feiner Durchschnitt durch die Verzahnungsgrenze eines mit Chromsäure entkalkten Backzahns vom Kalbe, 300 mal vergrössert.

1) Dentin.
2) Weiches, noch nicht verkalktes Dentin.
3) Dentinzellen mit seitlichen Ausläufern in situ.

Fig. 3. Ein ähnlicher Durchschnitt, Chromsäure-Präparat. Vergr. 300.

1) 1, Stellen, wo man einen continuirlichen Uebergang vom Zellprotoplasma der Dentinzellen in die jüngste, noch weiche Dentinzone sieht.
2) 2, Vom Pulpagewebe zwischen die Dentinzellen eingeschobene Gebilde.

Fig. 4. Isolirte Dentinzellen vom Schweinefötus, frisch aus Jodserum. Vergr. 400.

Fig. 5. Eckzahn vom Hund, Randzone. Vergr. 300.

1) Schmelz. 2) Randzone des Dentins. 3) Zahnkanälchen.

Fig. 6. Schmelzoberhäutchen, versilbert. Vergr. 300.

Beiträge zur pathologischen Anatomie der Niere.

Von

A. Erythropel.

Mitgetheilt aus dem Nachlasse des Verstorbenen

von

W. Krause.

(Hierzu Taf. VII.)

Die hier folgende Arbeit ist während des Sommersemesters 1864 im Göttinger pathologischen Institute ausgeführt. Es mag gestattet sein, einige die Entstehung derselben berücksichtigende Worte über den früh dahin gerafften Verfasser vorauszuschicken.

August Erythropel aus Stade war der älteste Sohn des verdienten Sanitätsraths Erythropel, Dirigenten des dortigen städtischen Hospitales. Während seiner Studienzeit, die er ganz in Göttingen zubrachte, erwarb sich der strebsame junge Mann ganz allgemein die Liebe seiner Freunde. Auch wusste er wie die Zeit der Musse, so die der Arbeit trefflich zu verwerthen, indem er dem eifrigsten Studium der Anatomie sich zuwandte. Seit der durch Henle warm Empfohlene mein Zuhörer wurde und am Mikroskop mit mir in regelmässige Berührung kam, bildete sich bald ein freundschaftliches Verhältniss zwischen uns aus. Angeregt, eine Special-Untersuchung vorzunehmen, warf er sich mit allem Feuer auf die so vielfach erörterte Anatomie der Niere. Bald war er der umfangreichen Literatur Herr geworden, und nun handelte es sich um die Verfolgung des durch Henle's Entdeckungen

in neues Licht gestellten Gegenstandes nach anderer Richtung hin. Erythropel's Anstelligkeit und Geschicklichkeit führten ihn rasch so weit, dass er die vorkommenden Operationen am lebenden Thier u. s. w. unter meiner Assistenz sicher ausführen konnte. Sein Eifer kannte bald keine Grenze mehr: bei Beginn des Tages wollte er seine Thätigkeit aufnehmen, ehe noch der Wärter des Institutes die nothwendigen Morgenarbeiten hatte vollenden können, und des Abends musste ich ihn oft wegschicken mit der Warnung, seine Augen am Mikroskop zu schonen, die er für ein langes Leben brauchen würde. Nur zu bald sollte diese Warnung sich als überflüssig herausstellen.

Erythropel führte zwar in Betreff der einzelnen Experimente und Sectionen ein ziemlich genaues Protocoll, doch hat er sonst über die fast vollendete Arbeit keinen Buchstaben weiter aufgezeichnet. Die unten folgenden Mittheilungen mussten daher von mir selbst verfasst werden. Trotz meines Antreibens kam es nicht zum Schreiben, indem er auf sein ausgezeichnetes Gedächtniss sich nicht ohne Grund verliess. Zu dieser Zeit wurde er, im achten medicinischen Semester, ohne irgend ein Examen bestanden zu haben, Assistent in Baum's chirurgischer Klinik. Es half dazu der Umstand, dass ich ihn als vortrefflichen Mikroskopiker rühmen durfte. Die schwere Verantwortlichkeit, welche auf den jungen Schultern des Assistenten einer grossen chirurgischen Klinik lastete, wohl erkennend, wendete er jetzt im Bewusstsein der ihm gewordenen Auszeichnung seine ganze Energie dem Studium der Chirurgie zu. Darüber blieb die Redaction der Nieren-Arbeit vorläufig liegen. Nach ganz kurzer Zeit wurde er vom Typhus befallen, was anfangs um so weniger zu Besorgnissen Veranlassung gab, als wir Alle seine kräftige Constitution kannten. Es sollte anders kommen, denn Weihnachten 1864 traf mich in Hannover die bedauernswerthe Kunde, dass nach kaum 14tägiger Krankheit der Tod dem 23jährigen, hoffnungsreichen Forscher ein frühes Ziel seiner Bestrebungen gesetzt habe. Möge seine Erstlings-Leistung ihm dennoch einen ehrenvollen Platz unter den Bearbeitern der Pathologie der Niere sichern.

Schon früher, im Sommer 1863, hatte Herr Roth aus Basel, damals Stud. med. in Göttingen, eine Bearbeitung der Anatomie der Niere im pathologischen Institute unternommen. Die Arbeit musste wegen einer nicht unbedeutenden Erkrankung des betreffenden fleissigen Forschers unterbrochen werden;

letzterer hat dann später den Gegenstand wieder aufgenommen und seine nach anderer Richtung hin erlangten Resultate vor einiger Zeit veröffentlicht. Ueber das damals begonnene Unternehmen wurde bereits früher ein vorläufiger Bericht*) erstattet, der in seinem pathologischen Theile hier wiedergegeben ist.

Die Veranlassung zu dieser Arbeit gaben die Entdeckungen Henle's, welche die bisherigen Arbeiten über die pathologischen Veränderungen der Niere als auf ganz unsicherer Basis beruhend nachgewiesen hatten. Es wurde constatirt, dass die Malpighi'schen Pyramiden zwei Arten von Kanälen enthalten. Die offenen, auf der Mündung der Papille im Nierenbecken endigenden sind schon seit Bellini bekannt. Zwischen denselben liegen schleifenförmige (Henle), deren beide Schenkel nach der Nierenrinde verlaufen, nachdem sie einen nach der Papille zu convexen Bogen gebildet haben. Die Existenz dieser Kanäle, welche Henle beim Menschen, Schwein, Kaninchen, Schaf und Pferd beschrieben hatte, war durch Kölliker für das Schwein bestätigt; dieser Beobachter konnte sie aber beim Kaninchen, Hund und Schaf nicht finden, und hielt auch beim Menschen eine Verwechslung der Henle'schen schleifenförmigen Röhrchen mit Blutgefässen für möglich. Gleichwohl sind dieselben beim Menschen, Pferde, Hunde, Kaninchen und Rinde mit Leichtigkeit am frischen Präparat ohne Zusatz und auf anderen Wegen nachzuweisen. Diese Kanälchen zeichnen sich dadurch aus, dass in denselben häufig Kalkinfarcte (Ablagerungen von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalke) bei älteren Personen angetroffen werden, während der Harnsäure-Infarct der Neugeborenen ausschliesslich in den offenen sich findet und der Pigment-Infarkt (Ablagerung von Hämatoidin-Krystallen) bei Neugeborenen sich vorzugsweise im interstitiellen Bindegewebe der Pyramide anhäuft. In den schleifenförmigen Kanälen entstehen körnige Infiltrationen einer eiweissartigen Substanz, welche das Lumen der Kanälchen ausfüllt, zugleich mit Ausscheidung von Eiweiss durch den Urin, wenn man Kaninchen der Hautausdünstung durch Ueberziehen mit einem luftdicht schliessenden Firniss von Gummi arabicum u. s. w. beraubt. Die Kanälchen sehen dann wie injicirt aus, während die offenen unverändert bleiben. Die sogenannten Gallertcylinder bei Morbus Brightii, die sich durch Jod gelb färben, finden sich dagegen in beiden Arten von Kanälen. Die offenen Kanälchen boten in einem auf Hasse's medicinischer Klinik vorgekommenen Falle von amyloider Degeneration der Niere

*) W. Krause, Göttinger Nachrichten. 1863. 9. Sept. S. 341.

überhaupt und namentlich der Malpighi'schen Gefässknäuel die Jod-Schwefelsäure-Reaction in ihrer Wandung dar, sowie auch ihr Epithel sich dabei violett färbte, während die schleifenförmigen Kanälchen und die Blutgefässe der Pyramide keine amyloide Degeneration erkennen liessen. — Die pathologische Anatomie vermag, wie aus Obigem hervorgeht, die Nachweisung zu liefern, dass die beiden Arten von Nierenkanälchen nicht nur anatomisch verschieden sind, sondern auch jede für sich zu erkranken vermögen. Eine weitere Verfolgung des Gegenstandes verspricht noch manche Räthsel in der bisherigen Pathologie der Niere aufzuklären.

In Gemeinschaft mit Herrn Dr. med. Meyerstein untersuchte ich später zwei Fälle von amyloider Degeneration der Niere, wobei die im Obigen angegebenen Resultate von Neuem bestätigt wurden. Die genaueren Notizen über diese Beobachtungen sind leider verloren gegangen.

In dritter Linie hatte der verstorbene Erythropel den Gegenstand, über dem ein Unstern eigener Art zu schweben scheint, aufgegriffen. Zunächst wurde ein neuer Weg eingeschlagen: es sollte beim Kaninchen ermittelt werden, welche mikroskopischen Veränderungen namentlich an den Henle'schen Kanälchen nach Unterbindungen der Nierenvenen entstehen würden. Ferner mussten die Experimente des Ueberziehens von Thieren mit luftdicht schliessendem Firniss und nachfolgendem Studium der in den Nieren auftretenden Degeneration wiederholt werden. Aus einer Anzahl von Erythropel verfasster Versuchsprotocolle werden hier einige ausgewählte mitgetheilt.

Nr. I. Kleines graues Kaninchen. Unterbindung der linken Nierenvene am 24. Aug. 1864 Abends 5 Uhr. Tod am 25. Aug. 9 Uhr Morgens. In dem über Nacht gelassenen Urin fanden sich Tripelphosphat-Krystalle, viele Blutkörperchen, Lymphkörperchen, amorphe Massen stickstoffhaltiger Substanz, Psorospermien und sparsame Gallertcylinder mit einzelnen Epithelialzellen besetzt.

Section. Schädel- und Brusthöhle boten nichts Bemerkenswerthes. In der Bauchhöhle hatte eine Dünndarmschlinge sich hinter der unterbundenen Nierenvene eingeklemmt, sie war aber nicht sehr hyperämisch. Eine gallertige fibrinöse Infiltration findet sich in dem Bindegewebe längs des M. psoas; in der Nähe der Bauchwunde sind kleine, flache Extravasate unter dem Peritoneum. Am Omentum majus mehrere Blasen von Cysticercus pisiformis, ein verkalkter in der Leber. Rechte Niere etwas blutreich. Linke Niere stark hyperämisch. In der Marksubstanz sind manche

Henle'sche Kanälchen mit einer undurchsichtigen feinkörnigen Masse infiltrirt (Fig. 1). Diese Infiltration kann auch so vor sich gehen, dass nur der eine Schenkel und der convexe Bogen getrübt sind, der andere Schenkel aber unverändert bleibt. Nach Natronzusatz klärt sich die Trübung, doch bleiben kleine, glänzende Fetttröpfchen übrig, die nachträglich zu grösseren zusammenfliessen können.

Nr. II. Weisses Kaninchen. Unterbindung der linken Nierenvene am 27. Aug. 12 Uhr.

Urin vom 27. Aug. Abends 7 Uhr röthlich gefärbt. Filtrirt; nach Salpetersäure-Zusatz voluminöser Niederschlag, unlöslich im Ueberschuss. Ebenso Niederschlag beim Kochen des schwach essigsauern Urins. Tripelphosphatkrystalle, viele Blutkörperchen, amorphe Körnchen und Cylinder.

Urin vom 28. Aug. 7 Uhr Morgens. Farbe dunkelbraun. Niederschläge viel bedeutender, ebenso die Zahl der Blutkörperchen. Schläuche mit polygonalen Epithelialzellen dicht besetzt, welche ein zierliches Mosaik mit deutlichen Kernen bilden. Sparsame Cholestearinkrystalle.

Tod 28. Aug. 8 Uhr Morgens. Section gleich nachher. Linke Lunge im untern Lappen hyperämisch, Herz stark mit Blut gefüllt. Leber normal, Milz blutreich. Eine Dünndarmschlinge hat sich hinter der linken Niere eingeklemmt, sie ist sehr hyperämisch. Rechte Niere blutreich, linke um das Doppelte zu gross, sehr blutreich. Linker Ureter mit Blut gefüllt. Am Netz Cysticerken; in der Leber Psorospermien in Haufen. Uterus gross. Blasenschleimhaut mit blutgefüllten Gefässen; Epithelienüberzug enthält stark getrübte Zellen. Dieselben finden sich im Urin der Blase, der sonst beschaffen ist wie der zuletzt gelassene.

In der linken Niere die Henle'schen Kanälchen theilweise körnig infiltrirt. Manche Körnchen sind gegen Natron resistent; ebenso gegen Säuren. Zum Theil ist das Lumen der Kanälchen ganz ausgefüllt. In der rechten Niere sind die Henle'schen Kanälchen unverändert.

Nr. III. Grosses Kaninchen. Am 5. Sept. 12 Uhr die linke Nierenvene unterbunden. Am andern Morgen wurde das Thier todt gefunden.

Der in der Nacht gelassene Urin ist dunkelbraun, enthält viele Blutkörperchen und ganz vereinzelte, mit Körnchen durchsetzte Cylinder.

Section. Lungen stark hyperämisch. Herz sehr gefüllt. Leber mit einigen Flecken (Psorospermien). Milz normal. Linke Niere doppelt so gross als die rechte. Die Blase mit Urin gefüllt, darin Eiweiss, wenig Blutkörperchen, viele Epithelialzellen und Fibrincylinder.

Die Marksubstanz der linken Niere zeigt die Henle'schen Kanälchen zum Theil infiltrirt, an manchen nur der eine Schenkel. Die Körnchen sind meistens nicht resistent gegen Natron oder Essigsäure. In der rechten Niere an denselben Kanälchen keine Veränderung.

Nr. IV. Graues Kaninchen am 30. Aug. 5 Uhr Abends mit Gummischleim überzogen.

Am 31. Aug. Morgens 9 Uhr. Puls 200. Respiration 120. Temperatur 36° C.

Excremente sehr trocken. Urin enthält kein Eiweiss.

12 Uhr Mittags wird der Ueberzug ausgebessert.

3 Uhr Nachmittags Puls 160. Respiration 120. Temper. 36°.

Urin reagirt schwach sauer. Nach Salpetersäure-Zusatz schwache Trübung.

Abends 7 Uhr. Puls 200. Respir. 120. Temper. 36,7°.

Am 1. Sept. Morgens 10 Uhr. Puls 160. Respir. 80. Temper. 30°.

Urin schwach alkalisch, enthält etwas Eiweiss und Fibrincylinder.

1 Uhr. Puls 148. Respir. 68. Temper. 27,6°.

4 Uhr. Puls 120. Respir. 32. Temper. 24,7°.
6 Uhr. Puls 108. Respir. 28. Temper. 23,5°.
Am 2. Sept. des Morgens todt gefunden. Section um 12 Uhr. Urin in der Blase dunkelgelb; giebt filtrirt mit Salpetersäure einen starken Niederschlag.

Gefässe des Unterhautbindegewebes stark injicirt. Beide Lungen blutreich. Im rechten Herzen viele dunkel gefärbte, weiche Coagula. Magenschleimhaut zeigt Ecchymosen. Leber und Milz eher blutleer. Gallenblase leer. Linke Niere zeigt in der Rinde eine alte erbsengrosse Cyste mit klarem Inhalt. Gefässe, namentlich die Capillaren der Marksubstanz sehr blutreich. Die Henle'schen Kanälchen stark infiltrirt (Fig. 2), enthalten auch Fettkörnchen neben amorpher, eiweissartiger Substanz. Rechte Niere ebenso.

Nr. V. Graubraunes männliches Kaninchen. Am 2. Sept. Morgens 10 Uhr mit Gummi überzogen. Bald darauf Puls 204. Respir. 96. Temper. 34,1°. Bedeutendes Frösteln des Thieres.
Um 12 Uhr. Puls 196. Respir. 64. Temper. 32.
4 Uhr 30 Min. Puls 128. Respir. 32. Temper. 26,4°.
6 Uhr 30 Min. Puls 114. Respir. 28. Temper. 24,3°.
Am 3. Sept. Morgens 7 Uhr todt gefunden. Gelassener Urin schwach eiweisshaltig. Cylinder sind nicht aufzufinden. Urin der Blase zeigt starke Trübung mit Salpetersäure, enthält viele körnig getrübte Schläuche.

Section. Linke Lunge etwas hyperämisch. Rechtes Herz stark mit geronnenem Blut gefüllt. Magen fast leer, Schleimhaut hyperämisch, darunter Extravasate. Nieren äusserlich normal. Einige Henle'sche Kanälchen sind schwach infiltrirt; die Capillaren der Marksubstanz stark gefüllt, ebenfalls die der Rindensubstanz. In einem Henle'schen Kanälchen viele grössere Fetttropfen.

Nr. VI. Graues Kaninchen, am 3. Sept. 7 Uhr Abends mit Gummilösung überzogen.
Am 4. Sept. Morgens 11 Uhr. Puls 160. Respir. 120. Temper. 35,2°. Urin enthält kein Eiweiss. Der Ueberzug wird ausgebessert.
5. Sept. Das Kaninchen ist über Nacht gestorben. Gelassener Urin enthält deutliche Fibrincylinder. Mit Salpetersäure starke Trübung. Urin in der Blase ebenso, die Schläuche darin sind blasser.

Section 10 Uhr Morgens. Gefässe des Unterhautbindegewebes mässig injicirt. Linke Lunge im Allgemeinen hyperämisch; im obern Lappen ein blutiger Infarct 1 Cm. lang, 4 Mm. breit, 2 Mm. dick. Die Stelle sinkt im Wasser unter. Im obern Lappen der rechten Lunge eine ähnliche, aber noch lufthaltige Partie. Das Herz in allen Höhlen stark mit Blut gefüllt.

Magenschleimhaut zeigt viele dunkelfarbige Extravasate, das Blut der letzteren geronnen. Leber blutreich, enthält Psorospermien. Gallenblase stark gefüllt. Milz und Nieren zeigen makroskopisch nichts Besonderes. In den letzteren sind manche Henle'sche Kanälchen in grosser Ausdehnung stark infiltrirt (Fig. 3), mit Eiweiss- und Fettkörnchen. Capillaren hyperämisch.

Nr. VII. Kleines Kaninchen mit einem chronischen Abscess der linken Schultergegend. Es war früher versucht dem Thier den V. Cervicalnerv zu durchschneiden. Ueberzug mit Gummilösung am 5. Sept. Mittags 1 Uhr.
Abends 7 Uhr. Puls 80. Temper. 23°.
Tod um 8 Uhr unter Krämpfen. Urin war stark eiweisshaltig, enthielt sparsame Schläuche.
Section am 6. Sept. Morgens. Beide Lungen sehr blutreich, fast braunroth. Im Herzen wenig Blut. Magenschleimhaut zeigt kleine Ecchy-

mosen. Leber und Milz nichts zu bemerken. Harnblase leer. Einige Henle'sche Kanälchen sind in beiden Nieren schwach infiltrirt. Rinden- und Marksubstanz bieten starke Füllung der Capillaren.

Es mag noch erwähnt werden, dass die Sectionen immer ganz vollständig gemacht wurden. Die nicht besonders erwähnten Organe boten auch bei mikroskopischer Untersuchung nichts Bemerkenswerthes dar. Ebenso wurden bei den Urin-Untersuchungen stets die gewöhnlichen Vorsichtsmassregeln beobachtet. Aus den mitgetheilten Experimenten geht Folgendes hervor.

Nach Unterbindung der Nierenvenen beim lebenden Kaninchen waren die Henle'schen Kanälchen leicht von den gefüllten Blutgefässen der betreffenden Niere zu unterscheiden. Einige schleifenförmige Kanälchen zeigten sich mit einer feinkörnigen, zum Theil aus Fett bestehenden Masse gefüllt (Fig. 1). Im Urin fanden sich neben Eiweiss sparsame, öfters mit Epithelialzellen besetzte Fibrincylinder, die aus den offenen Kanälchen herstammen mussten.

Ganz dieselben Resultate lieferten die Nieren von Kaninchen, welche durch Ueberziehen mit einer Gummi-Lösung getödtet waren (Fig. 2 u. 3).

Es folgt daraus, dass die Bellini'schen und die Henle'schen Kanälchen sich in pathologischer Beziehung verschieden verhalten. Denn sie werden bei Störungen des Secretionsprocesses verschieden afficirt. Dasselbe ergiebt sich aus dem von Neuem durch Erythropel vielfach constatirten Befunde, dass, wie Henle angegeben hatte, die Infiltration der Harnkanälchen mit harnsaurem Natron bei neugeborenen Kindern sich ausschliesslich auf die offenen Kanälchen der Pyramiden beschränkt, während der Infarct von phosphorsaurer und kohlensaurer Kalkerde sich nur in den Henle'schen Kanälchen der Nieren Erwachsener, namentlich älterer oder tuberkulöser Individuen findet.

Was die Pigmentinfiltration betrifft, so findet sie sich im interstitiellen Bindegewebe zwischen den Kanälchen. In einem Falle von hochgradiger Fett-Degeneration beider Nieren war die Marksubstanz von grauschwarzer Färbung, welche von der Spitze der Pyramiden bis gegen die Rinde zu allmälig abnahm. Das Pigment erschien unter dem Mikroskop theils braungelb, theils schwarz, theils in unregelmässig körnigen Massen, theils in rothbraunen Prismen.

In den mitgetheilten Experimenten waren in der Rindensubstanz der Niere keine wesentlichen Veränderungen wahrgenommen. Dagegen liessen sich beim Menschen unter verschiedenen pathologischen Verhältnissen die folgenden Befunde mittelst genauerer, hierauf gerichteter Untersuchungen constatiren. Die im Auszuge mitgetheilten Sectionsresultate waren von Erythropel aufgezeichnet.

Bei einem 17jährigen Diabetiker, der auf Hasse's medicinischer Klinik zur Section kam, zeigten sich in der Nierenrinde zahlreiche Infiltrationen mit phosphorsaurem Kalk. Dieselben bildeten in den gewundenen Kanälchen liegende, undeutlich krystallinische, stark lichtbrechende, annähernd cylindrische Massen von geringer Längenausdehnung (0,1 Mm.); sie fanden sich stets in der Nähe der Malpighi'schen Gefässknäuel, und einige Male konnte nachgewiesen werden, dass die betreffenden Kanälchen unmittelbar jenseits ihres eingeschnürten Halses, mit dem sie sich an die Kapseln der Glomeruli ansetzen, infiltrirt waren (Fig. 5). Die Nieren erschienen im Uebrigen normal, bis auf eine nicht unbeträchtliche Hyperämie.

Da der Kranke an einer ziemlich intensiven Entzündung der Eichel- und Präputialhaut gelitten hatte, so wurde das im Präputialsacke angesammelte Secret untersucht und zahlreiche Fäden und Sporen eines Pilzes gefunden, wie in Liebreich's Fällen. Sie waren untermischt mit abgestossenen Epidermiszellen und vielen Eiterkörperchen. Die Formen glichen am meisten dem Penicillium glaucum, die Fäden hatten 0,0028—0,0047 Mm. Breite, die ovalen Sporen im Maximum 0,0076 Länge auf 0,0057 Breite.

In einem andern Falle von Diabetes, der auf der genannten Klinik vorkam, boten die Nieren ganz dieselben mikroskopischen Befunde dar.

Die oben erwähnten Veränderungen bei Amyloidentartung der Niere wurden in einem neuerdings auf Hasse's medicinischer Klinik beobachteten Falle näher untersucht. Die anatomische Diagnose nach der Section hatte folgendermassen gelautet:

Leiche einer 30jährigen Frau. Rechtsseitige Pneumonie. Hypertrophie und Dilatation des rechten Herzens. Relative Insufficienz der Valv. tricuspidalis. Erweiterung der Art. pulmonalis. Muskatnuss-Fettleber. Amyloid entartete Milz. Fettig und amyloid entartete Nieren.

Die mikroskopische Untersuchung der letzteren ergab, dass die Glomeruli sich nach Zusatz von Jod und Schwefelsäure blau-violett färben. Ebenso die Art. afferentes und die mit den Malpighi'schen Kapseln in Verbindung stehenden Anfänge der Harnkanälchen. Diese Färbung betrifft die Wandung der Kanälchen, was auf Querschnitten ersichtlich ist, wobei das Lumen derselben durchsichtig oder gelblich-braun gefärbt erscheint. Manche enthalten nämlich Gallertcylinder. Die grosse Mehrzahl der gewundenen Harnkanälchen zeigt hochgradige Verfettung ihrer Epithelialbekleidung. In der Grenzschicht treten Bündel von 8—10 durch die Jod-Schwefelsäure-Behandlung sehr schön blau gefärbten Harnkanälchen auf, als Fortsetzungen der Tubuli recti. Die letzteren enthalten in der Marksubstanz häufig stark lichtbrechende, einfach gelb gefärbte Gallertcylinder. Die Henle'schen Kanälchen sind unverändert.

Ferner fanden sich in einem Falle von acuter Nephritis, der unter eclamptischen Zufällen den Tod einer Wöchnerin veranlasste, folgende Sectionsresultate.

Section am 6. Aug. 12 Stunden nach dem Tode. Mässige Todtenstarre, stark entwickeltes Fettpolster, welches an einigen Stellen, namentlich an den Schenkeln, etwas ödematös infiltrirt erscheint.

Gehirn ziemlich fest, Schnittfläche wässrig glänzend. Subarachnoidealraum wässrig infiltrirt. Gehirnhäute und Gehirnsubstanz eher blutarm. Auf der Oberfläche des Vorderlappens der linken Grosshirnhemisphäre fand sich ein Bluterguss in die Pia mater von 2 Cm. Durchmesser; die blutige Infiltration erstreckte sich zwischen zwei Hirnwindungen in die Tiefe bis auf den Boden des Sulcus.

Im Herzbeutel viel gelbliches, klares Serum. Pleurahöhlen leer. Die linke Lunge zeigt im unteren Lappen vermehrten Blutreichthum; der mittlere Theil ist fest, im Wasser untersinkend, grauroth, Schnittfläche körnig. Oberer Lappen der linken Lunge, sowie die rechte Lunge ebenfalls hyperämisch; Schnittfläche giebt reichliches schaumiges Serum; die Bronchialschleimhaut überall stark geröthet und mit eitrig-schleimiger Flüssigkeit bedeckt. Vordere Ränder beider Lungen etwas emphysematisch ausgedehnt, Schnittfläche eher trocken und blutarm. Die Herzhöhlen enthalten beiderseits neben umfangreichen festen, gelben Faserstoffgerinnseln auch etwas dunkles, locker geronnenes Blut.

Magen leer, Schleimhaut blass. Milz schlaff. Leber giebt viel dunkles, flüssiges Blut aus der Schnittfläche, Gewebe selbst ziemlich blass. Im Darm starke Gasentwicklung. Ovarien gross, blutreich, mit vielen kleinen, bis erbsengrossen Cysten durchsetzt; im rechten ein grosses frisches Corpus luteum. Uterus und Scheide der 24 Stunden vor dem Tode erfolgten Geburt entsprechend. Linke Niere wenig vergrössert, blutreich, die Rindensubstanz etwas verbreitert, von gelblicher Farbe. Rechte Niere erheblich geschwellt, sehr hyperämsich in der Marksubstanz, auch die sternförmigen Venenplexus der äussern Oberfläche stark gefüllt. Gewebe erweicht, brüchig; Rindensubstanz verbreitert, gelb gefärbt. Nierenbecken etwas erweitert.

In beiden Nieren die Epithelien der gewundenen Harnkanälchen trübe geschwellt, zum Theil erheblich fettig degenerirt, namentlich in der rechten Niere. Glomeruli ausgedehnt und sehr blutreich. Im Lumen zahlreiche stark glänzende homogene Cylinder, die sich durch Jod gelb färben, zum Theil auch körnig infiltrirt sind. Gefässe der Marksubstanz ebenfalls blutreich, die Henle'schen Kanälchen ausgezeichnet schön mit Gallertcylindern infiltrirt (Fig. 4), ihr Epithel nur theilweise zu erkennen. An der convexen Umbiegungsstelle erscheinen die Cylinder zuweilen mehr trübe und enthalten kleine Fetttröpfchen. Epithel der offenen Harnkanälchen ziemlich normal.

Die übrigen Organe boten nichts Bemerkenswerthes.

Anatomische Diagnose. — Leiche einer Wöchnerin. Gehirnödem. Linkseitige Pneumonie. Acute Nephritis. Infiltration der Henle'schen Kanälchen mit Gallertcylindern.

Diese Beobachtung zeigt, dass bei acut verlaufender diffuser Nephritis sich die Veränderungen an den Henle'schen Kanälchen ebenso gestalten, wie sie durch die oben mitgetheilten experimentellen Eingriffe bei Thieren hervorgerufen werden können.

Endlich ist ein Befund zu erwähnen, wo bei der Section eines an Meningitis cerebro-spinalis verstorbenen 15jährigen Knaben gelegentlich ein weiches, bröckliches Concrement von Bohnengrösse in einem Nierenbecken gefunden wurde. Dasselbe bestand, abgesehen von verkittender, stickstoffhaltiger Substanz, ausschliesslich aus kohlensaurem Kalk in der beim Menschen seltenen Form von sogen. Dumb-bells (Fig. 6).

Erklärung der Tafel VII.

Sämmtliche Figuren sind von Herrn Peters in Göttingen am Mikroskop gezeichnet. Nur Fig. 5 ist von Herrn Erythropel selbst entworfen.

Fig. 1. Infiltration der Henle'schen Kanälchen einer Kaninchenniere nach Unterbindung der betrefienden (linken) Nierenvene. Experiment Nr. I. Wie man bei stärkerer Vergrösserung sieht, sind es die genannten Kanälchen, deren körnige Infiltration sie schon bei der 80fachen Vergrösserung zu auffallenden Objecten macht, bei welcher das Präparat gezeichnet wurde. Frisch, ohne Zusatz.

Fig. 2. Ein vollständig infiltrirtes Henle'sches Kanälchen einer Kaninchenniere, nachdem das Thier in Folge des Ueberziehens mit Gummilösung gestorben war. Mit destillirtem Wasser. Experiment Nr. IV. Vergr. 250.

Fig. 3. Eine ähnliche Schlinge, deren strukturlose Membran stellenweise etwas gefaltet erscheint. Das Präparat ist mit Essigsäure durchsichtig gemacht und in Glycerin aufbewahrt. Experiment Nr. VI. Vergr. 300.

Fig. 4. Querschnitt der Marksubstanz bei acuter Nephritis. Section vom 6. Aug. Das Präparat ist ebenfalls mit Essigsäure behandelt, ausgewaschen und in Glycerin gelegt. Vergr. 300.

a. Gerade, offene Harnkanälchen ohne Infiltration.

b. Querschnitt eines Henle'schen Kanälchens, durch einen Gallertcylinder ausgefüllt. Der charakteristische Glanz des letzteren konnte in der Abbildung nicht wiedergegeben werden.

c. Querschnitt eines leeren Blutgefässes.

d. Ein stark lichtbrechender Gallertcylinder, sich durch Jod und Schwefelsäure einfach gelb färbend, aus einem Henle'schen Kanälchen. Derselbe ist aus einem der letzteren herausgefallen und liegt zufällig der Länge nach im Lumen des Querschnitts eines offenen Kanälchens.

Fig. 5. Glomerulus und Anfangstheil eines gewundenen Harnkanälchens mit der charakteristischen Einschnürung am Beginn aus der Rindensubstanz einer Niere von einem 17jährigen Diabetiker. Das Kanälchen ist mit undeutlich krystallinischen, stark lichtbrechenden Massen von phosphorsaurer Kalkerde infiltrirt, die sich in Chlorwasserstoffsäure ohne Gasentwicklung lösten. Frisch, mit Wasser. Vergr. 300.

Fig. 6. Drusige Massen von kohlensaurem Kalk in Form eines sogenannten Dumb-bell. Das Präparat stammt von einem Concrement, welches in dem etwas erweiterten Becken einer übrigens gesunden Niere gefunden wurde. Mit Wasser. Vergr. 500. Man sieht die radiäre Streifung, welche das Vorhandensein von Nadeln der kohlensauren Kalkerde andeutet. Nach Einwirkung von Salzsäure bleibt etwas verkittende, stickstoffhaltige Grundsubstanz zurück.

Ueber den Ursprung einer accessorischen A. coronaria cordis aus der A. pulmonalis.

Von

W. Krause.

(Hierzu Tafel VIII. u. IX.)

Folgende Varietät, die, soviel mir bekannt, bisher noch nicht beschrieben worden ist, fand sich in der Leiche eines kräftigen, 53jährigen Mannes.

Im Anfangstheil der A. pulmonalis communis entsprang eine abnorme A. coronaria cordis. Ihre Ursprungsöffnung (Fig. 2. A.) von 2 Mm. Durchmesser lag so hoch über der Anheftungsstelle der linken vordern Valvul. semilun. des Ostium arterios. pulmonale, dass sie, wenn man die Klappe künstlich anspannte, nur eben noch mit dem betreffenden Nodulus Arantii erreicht und bedeckt werden konnte. Die drei Semilunarklappen der Pulmonalarterie waren an ihren freien Rändern durch partielle Atrophie theilweise durchlöchert, ohne insufficient zu sein.

Die accessorische A. coronaria (Fig. 1. *acc.*) verlief in horizontaler Richtung und stark geschlängelt um die Wurzel der A. pulmonalis nach hinten. Anfangs war sie 1,5 Mm. (am injicirten Präparate) dick; nach kurzem Verlauf spaltete sie sich in einen obern und einen untern Ast. Aus dem letzteren ging ein dichtes Netz arterieller Gefässe hervor, welches durch Aestchen von 0,3—0,5 Mm. Dicke mit Zweigen des Ramus anterior der A. coronaria cordis sinistra anastomosirte (Fig. 1. *a.*). Zahlreiche aus diesem unter dem visceralen Blatt des Pericardium gelegenen Geflecht entspringende kleinste Arterien versorgten die Muskelsubstanz des rechten Ventrikels

am Ostium arteriosum. Dieselben konnten in der lithographischen Abbildung nicht wiedergegeben werden.

Der obere Ast der A. coronaria cordis accessoria war der stärkere und gab zahlreiche, stark geschlängelt verlaufende Zweige an die A. pulmon. commun., welche sich an deren linker Seitenwand in der Tunica adventitia verbreiteten. Einige Zweige gelangten auch an die hintere Fläche der letztgenannten Arterie und einer derselben anastomosirte (Fig. 1. *b.*) mit einem Aestchen der A. coronaria cordis dextra.

Die Aa. und Vv. coronariae cordis boten im Uebrigen kein abnormes Verhalten dar. Der Ductus arteriosus Botalli enthielt in seinem Anfangstheile einen feinen Kanal von kaum 1 Mm. Durchmesser. Dieser Ductus entsprang (Fig. 2. *D. B.*) abnormer Weise aus der A. pulmonalis dextra, etwa 1 Cm. jenseits der Theilungsstelle der A. pulmonalis. Aus dem Arcus Aortae entsprangen vier grosse Gefässstämme in folgender Reihe: Carotis dextra, Carotis sinistra, Subclavia dextra, und neben der letzteren aus der hintern Wand des Arcus die Subclavia sinistra.

Es ist klar, dass vermöge der beschriebenen Anastomosen zwischen den Aesten der abnormen A. coronaria cordis accessoria und den normal entspringenden Aa. coronariae dextra und sinistra dem in der ersteren enthaltenen venösen Blute arterielles beigemischt wurde, sowie umgekehrt in der von den Aa. coronariae cordis versorgten Muskelsubstanz etwas venöses, aus der Lungenarterie stammendes Blut circuliren musste. Dass hierdurch keine Ernährungsstörung des (incl. des Arcus Aortae und der A. pulmonalis) 386 Grm. wiegenden Herzens eintreten konnte, liegt um so mehr auf der Hand, wenn man sich des Falles von Breschet erinnert, wo die A. subclavia sinistra aus der A. pulmonalis entsprang, ohne dass ein Unterschied in der Ernährung des linken und des wie gewöhnlich mit arteriellem Blut versorgten rechten Arms zu bemerken gewesen wäre.

Erklärung der Figuren.

Fig. I. Das Herz von links her gesehen, in etwa halber natürlicher Grösse; die A. Aorta und pulmonalis sind aus ihrer Lage nach vorn und rechts geschlagen, um den Verlauf der A. coronaria cordis accessoria zu zeigen. Die letztere ist injicirt und es haben sich ihre Anastomosen mit den Aa. coronariae cordis dextra und sinistra, sowie die Anfangsstücke der letzteren gefüllt.

V. s. Linker Ventrikel.

A. s. Linkes Herzohr.

Atr. s. Linker Vorhof mit der Einmündungsstelle der Lungenvenen.

C. Vena cava superior.

Ao. Aorta descendens, an ihrem Beginn abgeschnitten.

C. d. Carotis dextra.

C. s. Carotis sinistra.

S. d. Subclavia dextra.

S. s. Subclavia sinistra.

D. B. Ductus arteriosus Botalli.

A. p. A. pulmonalis mit ihren zwei Hauptästen.

acc. Ursprungsstelle der A. coronaria accessoria aus der A. pulmonalis.

a. Anastomose derselben mit der A. coronaria cordis sinistra.

b. Anastomose derselben mit der A. coronaria cordis dextra.

A. c. s. Arteria coronaria cordis sinistra.

Fig. II. Das Herz von rechts und unten her gesehen, der linke Ventrikel und die A. pulmonalis ist geöffnet; über der vordern linken Valvula semilunaris der A. pulmonalis erscheint

A. die Ursprungsöffnung der A. coronaria cordis accessoria.

C. d. Carotis dextra.

C. s. Carotis sinistra.

S. d. Subclavia dextra.

D. B. Ductus arteriosus Botalli.

C. Vena cava superior.

Ein Beitrag zur Sklerose des Hirns und Rückenmarks.

Von

W. Zenker in Göttingen.

Vorliegende Arbeit ist das Resultat einer fünfmonatlichen klinischen Beobachtung und Behandlung unter Leitung des Herrn Geh. Hofraths Hasse und der anatomisch-mikroskopischen Untersuchung, welche ich im Göttinger pathologischen Institute auf Anregung des Herrn Prof. Krause unternahm.

I. Krankengeschichte.

Dorette Eike, 30 Jahre alt, Haushälterin aus Einbeck, am 5. November 1863 in die medicinische Klinik zu Göttingen aufgenommen, hat dieselbe bis zu ihrem den 12. Mai 1864 erfolgenden Tode nicht wieder verlassen.

Bei ihrer Aufnahme liess sich über ihre nächsten Verwandten constatiren, dass ihre Mutter vor 20 Jahren der Schwindsucht erlegen sei, ihr Vater, von jeher starker Trinker, unter immer mehr zunehmenden Lähmungserscheinungen und Gangraena ex decubitu zu Grunde gegangen; von ihren drei Geschwistern solle ein Bruder schwindsüchtig sein, der andre zweimal einen apoplektischen Anfall überstanden haben und der jüngste sich wohl befinden. Patientin selbst will in ihrer Jugend nie krank gewesen sein, ist von ihrem 16. Jahre an alle vier Wochen drei bis vier Tage lang, stets reichlich, menstruirt gewesen, so dass die letzte Menstruation noch vier Wochen vor der Aufnahme ihren normalen Ablauf hatte.

Vier Jahre hatte das Leiden bereits bestanden, als Patientin zur klinischen Beobachtung gelangte. Sie behauptet, damals ohne alle vorhergehende Erscheinungen von einem so schmerzhaften Magenkrampf heimgesucht zu sein, dass sie ohnmächtig geworden und 1½ Stunde bewusstlos gewesen sein will. Dieser Anfall repetirte dann nach sechs Wochen und suchte sie, jedoch in immer grössern Intervallen, noch öfter heim. Zuletzt hatte sie denselben ein Vierteljahr vor ihrer Aufnahme in's Hospital. Aufstossen

und Erbrechen war nie dabei. Dagegen fühlte sich Patientin fast einen Tag lang jedesmal unwohl und abgeschlagen. Der Stuhl war schon seit vier bis fünf Jahren immer hart und angehalten gewesen; seit einem Jahre will sie dann auch beim Harnen leichte Beschwerde verspürt haben. — Gleich nach dem ersten Anfall der von der Patientin als Magenkrampf bezeichneten heftigen Schmerzen im Epigastrium, bekam sie zuerst in den Füssen, dann in den Händen Schwäche und Zittern, welche Erscheinungen sich allmälig steigerten. Nach kaum einem Jahre gesellte sich Zittern des Kopfes hinzu, welches jedoch nur einige Monate anhielt; ferner eine Schwellung der Arme und Beine, die auch nach wenigen Monaten wieder verschwand. Im Beginn ihres Leidens will sie ferner etwa ein Jahr lang eine solche Schwäche in den Augen gehabt haben, dass sie nichts genau habe sehen können. In ihren häuslichen Beschäftigungen wurde sie bald durch den unsichern und schwankenden Gang gestört; Handarbeiten, als Nähen und Stricken, hat sie, wenn auch schlechter als früher, dennoch verrichtet; am Schreiben behauptet sie durch das Zittern der Hände wesentlich gestört zu sein. Von Schmerzen und abnormen Empfindungen dagegen hat sie nie, ausser dem bereits erwähnten Magenkrampf, etwas gewusst. Verschieden angewandte Hausmittel wie auch ärztliche Hülfe — deren Art unbekannt ist — haben ihr nie das Geringste genützt.

Nach dem Eintritt in das Hospital untersuchte man die Kranke, und gelangte zu folgendem Status praesens. Die Kranke erscheint bei äusserer Besichtigung als kleines, graciles Frauenzimmer, mit einem in allen Durchmessern relativ kleinen Kopfe; sie ist spärlich genährt und durchgehends von schlaffer Musculatur. Eine bemerkenswerthe psychische Störung ist nicht vorhanden, jedoch verrathen ihre Aeusserungen wenig Intelligenz, ihre Stimmung ist eine sehr wechselnde, indem, meist unmotivirt, die fröhlichste Laune eintritt, um eben so rasch einem weinerlichen, unlustigen Wesen Platz zu machen. So macht sich ihr halb hysterisches, halb kindisches Betragen namentlich in den mannigfachsten Klagen bald über Frost oder Hitze, bald über körperlichen oder geistigen Schmerz geltend. — Die bemerkenswertheste Erscheinung ist einerseits die Schwäche, welche untere wie obere Extremitäten, und zwar linkerseits mehr, ergriffen hat — und andrerseits der Tremor, welcher nur in der Ruhelage und im Schlaf fehlt, bei jedem Versuche einer ausgiebigeren Bewegung jedoch das betreffende Glied ergreift: Haupt, obere und untere Extremitäten zeigen dann ein fortwährendes Wackeln, Zittern und Zappeln, das sich vom Willen als absolut unabhängig erweist. Der unsichere Gang ist deswegen ein mehr schwankender und stürzender; selbst aufrecht zu stehen, fällt Patientin sehr schwer, es wird der ganze Körper dabei hin- und hergeschüttelt, so dass die Kranke bald einen Stützpunkt suchen muss, um nicht zusammenzusinken. Stricken und nähen kann Patientin nur mangelhaft, ebenso geht das Schreiben höchst unvollkommen von Statten. Auch die Sprache ist im geringen Grade mit afficirt, obgleich sich zu präcisirende Veränderungen nicht nachweisen lassen; dieselbe ist etwas stotternd und bellend, auch mitunter von schnappenden Bewegungen begleitet. Dagegen gehen die Schluckbewegungen gut vor sich. Alle Muskeln contrahiren sich auf den elektrischen Reiz vollkommen, am wenigsten gut die schwach entwickelten Wadenmuskeln. Die Sensibilität — ausser der ganz fehlenden Muskelsensibilität — und Reflexthätigkeit erweisen sich ebenfalls als ungestört. In den Sinnesthätigkeiten wie in den automatischen Bewegungen lässt sich eine Abweichung nicht constatiren. Der Appetit ist mässig; der Stuhl stets angehalten, ist meist erst durch tägliche Dosen von Extr. colocynth. Gr. 2 bis 3 anzuregen. Der Harn bietet keine Abnormität. Das Epigastrium ist etwas vorgewölbt und auf Druck überall sehr empfindlich.

Als Symptome eines chronischen Bronchialkatarrhs finden sich, namentlich rechterseits am Thorax, dauernd grobblasige Rasselgeräusche. Dann leidet Patientin Morgens an gelindem Husten mit schleimigem, zusammenfliessendem Auswurf. Geräusche über den Halsgefässen liessen sich nicht nachweisen.

Die Kranke ward anfangs mit Elektricität, lauen Bädern und Douchen, wöchentlich zwei- bis dreimal behandelt. Nach einigen Wochen jedoch setzte man an Stelle des Inductionsstromes steigende Dosen von Strychnin. nitr. Gr. $^{1}/_{20}$ bis $^{1}/_{4}$ pr. die, ohne dass sich jemals die geringsten Spuren von Intoxication gezeigt hätten. Unter dieser Behandlung bei der sorgfältigsten Diät stellte sich allmälig unverkennbar eine geringe Besserung ein. Die Kranke konnte nach etwa zwei Monaten aufrecht stehen, ohne sich zu unterstützen und ohne erheblich zu wanken, hielt den Kopf ruhig, vermochte, allerdings unsicher und schwankend, das Zimmer zu durchmessen, und schrieb eine annähernd sichere Hand. Da alle Bewegungen jetzt rechterseits viel besser ausgeführt werden konnten als links, so hatte sich offenbar die anfangs nur geringe Differenz der Leistungsfähigkeit beider Körperhälften erheblich markirt.

Im Verlaufe des Winters hatte Patientin zweimal wieder kardialgische Anfälle von grosser Heftigkeit und langer Dauer; dieselben schienen auf den günstigen Fortgang des Allgemeinleidens nachtheilig einzuwirken, denn noch lange nachher war die Kranke schwach und hinfällig, leiblich und geistig wie zerschlagen. Nachdem die Menses, bis Mitte Januar regelmässig, jetzt ausblieben, um nicht wiederzukehren, war kein Fortschritt zur Besserung mehr bemerkbar; vielmehr schwankte das Befinden der Kranken, wie auch die mannigfachen Krankheitserscheinungen von jetzt an innerhalb einer gewissen Grenze auf und ab.

Dieser Krankheitsverlauf trat plötzlich in eine andre Phase am 6. März 1864. Nachdem Patientin Abends zuvor noch unverändert gewesen, auch eine ruhige Nacht gehabt hatte, fand man sie Morgens äusserst apathisch und fast vollständig regungslos. Das Gesicht — namentlich rechterseits — stark geröthet und aufgedunsen; die Haut turgescirend, heiss und mit reichlichen Schweissen bedeckt; die Respiration selten, unregelmässig und geräuschvoll; der Puls von 136 Schlägen in der Minute ist klein und hart; die Temperatur auf 39,6° C. gestiegen. Die Sprache war vollständig erloschen, nur mit unverständlichen Lauten und Zeichen gab die Kranke Antwort auf die Fragen; klagte dauernd über heftige Schmerzen im Hinterkopf. Dabei schien jedoch ihr geistiges Leben sehr wenig alterirt zu sein; wie auch ihr Gesicht und Gehör sich als unverändert erwies. — Bei näherer Untersuchung erschien die rechte Seite fast gänzlich gelähmt. Die rechte Pupille weit und bewegungslos; die linke von normaler Weite, jedoch auf Lichtreiz nur träge reagirend. Die rechte Gesichtshälfte zeigte sich schlaffer und ausdrucksloser als die linke; der rechte Mundwinkel herabhängend; Mund und Nasenspitze etwas nach links verzogen. Die Zunge konnte nicht aus dem Munde bewegt werden; ihre Spitze wich auch, sowie auch die Uvula, nach der linken Seite ab. Das Schlucken war so sehr erschwert, dass selbst Flüssigkeit, hinten in den Rachen gebracht, nur mit Mühe hinabgelangte. Die Extremitäten der rechten Seite waren vollständig gelähmt, während die Motilität linkerseits in keiner Weise beeinträchtigt war; nur bestand hier Ptosis, welche rechts fehlte. In den gelähmten Theilen schien die Sensibilität überall erhalten zu sein, wie auch Reflexbewegungen ordentlich zu Stande kamen. Die Sphincteren functionirten nicht mehr: Harn und Faeces gingen unwillkürlich ab; der Appetit lag gänzlich darnieder; Durst dagegen heftig gesteigert; Zunge nach hinten belegt; Epigastrium äusserst empfindlich; Bauch klein, eingezogen und gespannt. Im Harn, der

Nachmittags mit Mühe aufgefangen ward, kein Albumen; derselbe war klar, etwas dunkel, reagirte sauer, hatte ein specifisches Gewicht von 1015. Patientin hustete viel und mühsam, entleerte jedoch nur geringe, schleimig-eitrige, zusammenfliessende Sputa. Bei der Auscultation des Thorax hörte man überall zahlreiche pfeifende Rasselgeräusche; Percussion erwies nichts Abweichendes; ebensowenig die Untersuchung des Herzens — ausser der gesteigerten Herzaction. Die Gegend des zweiten bis vierten Halswirbels war auf Druck sehr empfindlich. — Dieser Zustand machte sich geltend bis zum Abend. Da soll Patientin eine Zeit lang gesprochen und sämmtliche Extremitäten wieder bewegt haben; ferner sei das Schlucken besser gegangen, auch der Harn gehörig gelassen worden. Am folgenden Morgen jedoch lag sie in demselben äusserst apathischen Zustande, ja die Lähmungserscheinungen hatten offenbar noch weiter um sich gegriffen. Neben der ganzen rechten Seite zeigte sich jetzt auch das linke Bein vollständig gelähmt, und an der linken obern Extremität konnte nur die Hand geöffnet und geschlossen werden; ebenso war auch die linke Pupille weit und starr. Dabei war jetzt auch die Sensibilität in den gelähmten Theilen fast vollständig geschwunden, nur am Rumpfe noch gut erhalten. Die Reflexthätigkeit erschien gleichfalls geschwächt: selbst durch stärkere Reize wurden nur langsam und unvollständig Bewegungen ausgelöst. Abends 7½ Uhr trat, während die Temperatur auf 40° C. gestiegen war, in den Lähmungserscheinungen eine Besserung ein. Die Sprache kehrte zurück, war jedoch sehr schwerfällig und unverständlich; die Zunge ward, und zwar in gerader Richtung, hervorgeschoben; das Schlucken ging besser von Statten; beide Hände wurden geöffnet und geschlossen; um 11 Uhr war auch der ganze linke Arm gut beweglich. Sensibilität und Reflexthätigkeit jedoch zeigte sich in den betreffenden Partien völlig erloschen. Patientin klagte hauptsächlich über Schmerzen am Hinterkopf und im Epigastrium, sowie über Uebelkeit und brennenden Durst. Gegen Morgen wurden dann geringe, wässrige, grünlich gefärbte Massen erbrochen.

Am 8. März Morgens ist Patientin, die Nachts ziemlich gut geschlafen hat, nur noch wenig febril, sie hat bei einer Temperatur von 37,5° C. 120 Pulsschläge in der Minute, dabei ist das Aussehen wie subjectives Befinden der Kranken erheblich besser geworden, und auch die paralytischen Erscheinungen haben wesentlich abgenommen. Nur noch die untern Extremitäten finden sich vollständig gelähmt, mit totaler Anästhesie und aufgehobener Reflexaction. Arme und Hände dagegen sind relativ gut beweglich und empfindlich. Die rechte Pupille ist weit und wenig beweglich; links besteht die Ptosis fort. Im Bereich des N. facialis finden sich keine abweichenden Erscheinungen mehr, auch schliessen die Sphincteren wieder, indem Patientin Harn und Faeces gehörig entleerte. Die Sprache ist wieder da, jedoch werden die Worte mehr undeutlich und bellend hervorgestossen. Auch das Schlucken geht besser, wenn auch nicht ohne Beschwerde, von Statten. Die Schmerzen im Hinterkopf haben nachgelassen, dagegen klagt Patientin anhaltend über heftigen Durst, über Uebelkeit und lästig saures Aufstossen. Nachdem sie jedoch gegen Mittag nach Tart. emet. zweimal reichliche gallertige Massen erbrochen hat, tritt auch darin wesentliche Besserung ein. — Abends erreicht das Fieber wieder einen hohen Grad: Temperatur = 39,5° C., Puls = 140 in der Min., Respirationen = 30 in der Min. Jenes vorhin beschriebene hinfällige apathische Wesen tritt wieder ein; Harn und Koth gehen unwillkürlich ab; dabei viel Husten mit reichlichem schleimigem Auswurf, und viel Schweiss. Die andern Symptome entsprechen wesentlich den am 6. März beobachteten.

Am folgenden Morgen (9. März) ist wieder die Tages zuvor beobachtete Remission eingetreten: Temperatur = 38° C., Puls = 128 Respiration

= 28 in der Min. Die Ptosis des linken Auges besteht nicht mehr; Harn und Koth wird gehörig entleert; obere Extremitäten gut beweglich, zeigen vollkommene Sensibilität und Reflexthätigkeit. Dagegen besteht vollständige Paralyse beider untern Extremitäten mit fast totaler Anästhesie und fehlender Reflexaction. Sonst machen sich die Symptome des vorhergehenden Tages geltend.

Von dieser Zeit an entfaltet sich das Leiden in freilich auf- und abschwankendem, aber unaufhaltsamem Fortschritte. Die Temperatur, Morgens im Mittel 37,7° C., Abends 38,5° C., erreicht nur einmal noch die Höhe von 39,8° C. — und zwar am 14. März, an welchem Tage sich zum letzten Male der zuerst am 6. März beobachtete acute Zustand wiederholte. Ebenso schwankt die Pulsfrequenz in der Folgezeit dauernd auf der Höhe zwischen 128—140 Schlägen in der Min. Morgens, und Abends zwischen 136 — 152 in der Min. Die Zahl der Respirationen beträgt anhaltend 24 bis 36 in der Min.; dabei geht das Athmen meist mühsam und geräuschvoll von Statten. Den weitern Verlauf der Motilitätsstörungen anlangend, so bleiben die untern Extremitäten, deren Muskulatur sehr schlaff erscheint, bis zum Tode vollständig gelähmt, wenn auch mitunter mit einem Fusse eine geringe Bewegung ausgeführt werden kann. Arme und Hände — zumal linkerseits — dagegen verbleiben relativ gut beweglich. Die rechte Pupille ist dauernd weit und starr, während die linksseitige Ptosis bald mehr bald weniger auffallend verbleibt. Die Sphincteren versagen fortwährend ihren Dienst; Urin und Koth geht immer unwillkürlich ab. Die Schluckbewegungen werden nur selten und in geringem Grade gestört. Die Sensibilität ist nur in den untern Extremitäten alterirt, sie erlischt dort mehr und mehr, ohne jedoch gänzlich zu schwinden. Reflexbewegungen in den untern Extremitäten werden auch durch stärkere Reize stets nur langsam und wenig ausgiebig ausgelöst.

Schlaffes Oedem entwickelt sich mit dem 7. April, zuerst am linken Malleolus extern. und am rechten Knie, dann im Verlauf einiger Wochen ergreift es die Unterschenkel, weiterhin auch beide Oberschenkel, einen Theil des Rückens und die Bauchdecken.

Nachdem sich kurze Zeit hindurch an den grossen Rollhügeln, am Os sacrum erythematöse Stellen gezeigt, entwickelte sich zu Anfang April zuerst an letzterem, dann an beiden Trochanteren Gangraena ex decubitu, welche die Weichtheile bis auf die Knochen rasch zerstörend schliesslich die bei der Section beobachteten Dimensionen darbot. Der früher beschriebene Bronchial-Katarrh mit geringem, schleimig-zähem Auswurf dauerte bis zum Tode fort. Die Zunge ist anhaltend mehr oder weniger stark belegt; das Epigastrium stets sehr empfindlich gegen Druck; der Appetit so gering, dass Patientin sich auf den Genuss von etwas Milch und Extr. carnis (unc. 6 pro die) beschränkt. Der Durst dagegen fortwährend gesteigert. Trotz der häufig vorhandenen Uebelkeit hat Patientin nur einmal, wie bereits erwähnt, spontan erbrochen. Die Hautthätigkeit war im weitern Krankheitsverlaufe stets unterdrückt: die Haut bleibt heiss und trocken, wird immer blasser und welker.

Patientin klagt manchmal über Schmerzen am Hinterkopf und in den Schläfen, ferner im Rücken, welche letztere in die untern Extremitäten ausstrahlen und sich bei jeder Bewegung heftig steigern sollen. Nach Entwicklung des Oedems will die Kranke ein schmerzhaftes Gefühl des Druckes in beiden Knien verspüren; hauptsächlich klagt sie fortwährend über die durchgelegenen Partien, denen sie die Hauptursache ihres sich stets verschlechternden Zustandes beimisst.

Kein Wunder, wenn Patientin unter den geschilderten Umständen mehr und mehr verfiel und dabei stets stumpfer und apathischer wurde. Wäh-

rend zu Anfang der acuten Periode dieser Krankheit noch ein Auf - und Abschwanken der verschiedenen Symptome wie auch des subjectiven Befindens der Kranken beobachtet war, so bietet der Verlauf der Krankheit nach dem Eintritt des Oedems und des gangränösen Decubitus das Bild der allmäligen, stets fortschreitenden Auflösung des Organismus dar. — So sehr jetzt die allmälige Steigerung aller der mannigfachen Krankheitserscheinungen das Befinden der Kranken mehr und mehr verschlechterte, so wenig lässt es sich verkennen, dass der Geist stets ungetrübt blieb, wenn er sich auch einzig auf das körperliche Leiden concentrirte, einzig noch das eigene Kranksein zu fassen geneigt war.

Nachdem Patientin am 11. Mai Abends noch im gewohnten Zustande angetroffen war, collabirt sie gegen 10 Uhr plötzlich; ist vollständig regungslos und comatös, mit heisser trockner Haut und stark cyanotischem Gesichte. Der Puls ist äusserst frequent und fadenförmig; die Respiration stark beschleunigt und geräuschvoll. Die Extremitäten werden bald kalt, es stellt sich Trachealrasseln ein, und um 2 Uhr Morgens erfolgt, trotz der Anwendung verschiedener Reizmittel, der Tod.

Dem Krankheitsbilde gemäss hatte man den Zustand der Kranken zu Anfang einfach als Tremor, weiterhin als Paralysis agitans mit endlicher Paraplegie bezeichnet.

Was die Behandlung anlangt, so bekämpfte man die febrilen Anfälle mit kalten Umschlägen auf den Kopf, Schröpfköpfen in den Nacken, Blutegeln in die Schläfe und leichten Abführungen. Laue Bäder, Extr. carnis Lieb. und kleine Gaben Wein fuhr man ausserdem stets fort zu verabreichen. Später musste der Stuhlgang immer durch entsprechende Dosen von Coloquinten-Extract gefördert werden. Der Decubitus ward, freilich vergeblich, bekämpft durch Waschungen mit Spiritus, durch Unguent. zinci, Solut. argent. nitr. und dergl. Wiederholte subcutane Injectionen von Strychnin. nitr. Gr. $^1/_{12}$ — $^1/_8$ über der Symphyse, anderwätts gegen die Blasenlähmung empfohlen, zeigten sich hier nutzlos.

II. Sectionsbefund.

Die Leiche ist extrem abgemagert, der Panniculus adip. fast vollständig geschwunden; die untern Extremitäten dagegen stark ödematös, gespannt und formlos. Das Os sacrum ist durch Decubitus in einer Fläche von fast Handgrösse vollständig blossgelegt, wie auch der rechte Trochanter und Femur-Kopf aus den gangränös zerrissenen Weichtheilen hervorstehen; Spuren des gangränösen Decubitus finden sich ferner am linken Trochanter und an beiden Fersen.

Nach Eröffnung der Brusthöhle erscheinen die vielfach zellig angewachsenen Lungen collabirt, klein und blass. Der Herzbeutel enthält eine grosse Menge klarer Flüssigkeit. Aorta mit kleinem Lumen, erweist sich überall blass, an einigen Stellen atheromatös entartet. Trachea hat auf blasser Schleimhaut geringe Menge blutig-schaumiger Flüssigkeit. An der Bifurcation der Trachea finden sich einige theils braun, theils schwarz pigmentirte Lymphdrüsen von Erbsen- bis Bohnengrösse.

Herz ist relativ klein und von sehr wenig Fett umlagert. Der rechte Ventrikel und Vorhof enthält eine ziemliche Quantität rothen, flüssigen Blutes; die Wandungen sind dünn und schlaff, Muskulatur erscheint blass, etwas glänzend. Im linken Herzen machen sich dieselben Verhältnisse geltend, nur dass der Vorhof etwas fester geronnenes Blut enthält. Linke Lunge, deren vordere Ränder reichliches Emphysem zeigen, ist ödematös von oben bis unten, ihre Lappen sind an einigen Stellen eng verwachsen;

die Substanz derselben, die gepresst überall reichliche Mengen zähen Schleims aus den durchschnittenen Bronchialästen hervorquellen lässt, hat keine luftleeren Stellen, schwimmt im Wasser. Rechte Lunge ist oben überall lufthaltig, theilweise ödematös; in ihren untern Partien dagegén stark comprimirt. Am untern Theile des obern Lappens findet sich eine alte, haselnussgrosse, leere Caverne. In den feinern relativ weiten, durchgehends starkgerötheten Bronchien zeigt sich helle, blutig-schaumige Flüssigkeit. Vena cava sup. enthält eine grosse Menge flüssigen schwarzen Blutes.

Die Leber, deren rechter Lappen namentlich bedeutend verdickt ist, ragt weit nach links hinüber. Sie ist sehr morsch und teigig, blass und wachsglänzend. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt eine diffuse, über die ganze Leber verbreitete Fettinfiltration: Degeneration der Leberzellen mit grössern oder kleinern Fettkügelchen. Die Gallenblase ist lang, ausgedehnt und enthält neben mehren kleinen Steinen vier grosse, der Form und Grösse nach würfelähnliche, hellgelbe Gallensteine. Die Schleimhaut derselben ist gelockert, und auf ihr findet sich eine graubraune, weiche Masse neben wenig flüssiger Galle. Die Wand des Ductus cysticus erscheint erheblich verdickt, sein Lumen nicht unbeträchtlich erweitert.

Die Gallensteine zeigen auf dem Durchschnitte eine etwa liniendicke helle Rindenschicht, und im Innern eine durch secundären Zerfall entstandene, mit dunkelbrauner, würfelartiger Masse gefüllte Höhle. Die mikroskopische Untersuchung ersterer ergiebt Cholestearin-Krystalle, die fast ausschliesslich das Gesichtsfeld bedeckend, trotz der verschiedenartigsten Formenvariation im Ganzen der tafelförmigen Grundform entsprechen; nur hin und wieder finden sich kleine Haufen von Gallenpigment. Die Kernsubstanz der Steine zeigt dieselben Gebilde, nur dass hier der Pigmentkalk, welcher sich bei Zusatz von Schwefelsäure orange färbt, bei weitem reichlicher vorhanden ist als in der Rinde des Steins.

Milz ist klein, ihr Gewebe sehr blutreich und morsch, mit deutlich erkennbaren Malpighi'schen Körperchen.

Nieren, beide klein und von schlaffem Gewebe, lassen nichts Abnormes weiter erkennen, als dass sich die Corticalsubstanz etwas schwer durchschneiden lässt. Die ziemlich contrahirte Blase! enthält wenig trübe Flüssigkeit, hat blasse und gefaltete Schleimhaut. Die Magenschleimhaut ist blass, an einigen Stellen, namentlich gegen die Cardia hin, ziemlich stark verdickt und gewulstet. Im Darm finden sich geringe Speisereste, mit Fäcalmassen gemischt, vor; die Schleimhaut ist bleich und blutarm. Geschlechtsorgane ergeben ausser der auch hier vorherrschenden Blässe und Blutleerheit der Schleimhaut nichts Abnormes.

Sectio capitis.

Die äussere Besichtigung des Hauptes ergiebt nur geringe Durchmesser in allen Richtungen, namentlich erscheint das Os frontis schmal. — Nach Eröffnung des Schädels lassen die durchschnittenen Hirnhäute reichliche Mengen Wassers ausfliessen. In den Sinus findet sich überall lockeres Blutgerinnsel. — Schädelbasis zeigt keine Abnormität; die Schädeldecke, überall ziemlich dünn, hat nur nach vorn zu einige asymmetrische Verdickungen, wie denn auch die linke Seite derselben schmaler erscheint.

Residuen einer leichten Pachymeningitis auf dem das Schädeldach auskleidenden Theile der harten Hirnhaut. Das Gehirn selbst lässt äusserlich nichts Abweichendes erkennen. Auf den verschiedenen Durchschnitten durch die Substanz jedoch ergiebt sich der merkwürdige Befund, dass die feste und derbe Marksubstanz in allen Partien des Grosshirns grössere und kleinere Heerde von sklerosirten Stellen verschiedener Grösse enthält, wie denn eine derartige stellenweise Verhärtung der Substanz schon durch den tastenden Finger und den Widerstand gegen das Messer sich manifestirte. Diese partielle Sklerose stellt sich in umschriebenen, meist unregelmässigen, oft polygonalen und gezackten Stellen dar, welche lederartig zähe und schwer zerreisslich, von Hanfkorn- bis Bohnengrösse in das normale Gewebe eingesenkt und schwer von demselben zu trennen sind. Auf der Schnittfläche zeigen diese Partien ein meistens homogen schmutzig-graues, in einzelnen Fällen auch gesprenkeltes Ansehen. Jedoch ist die Intensität der Färbung wie auch die der Härte und Zähigkeit an den verschiedenen Stellen häufig eine verschiedene. Es finden sich beide Hemisphären an verschiedenen Stellen durchsetzt von diesen Heerden. Das Ependym in beiden Seitenventrikeln — rechterseits mehr als linkerseits — erscheint in derselben Weise verdickt, derb und fest; wie auch das hintere Horn derselben sehr verkürzt ist. Das Ammonshorn, der Streifenhügel zeigen in Folge jener Degeneration ein scheckiges Ansehen. Ebenso findet man namhaft ergriffen: Fornix und Taenia; dann die Pedunculi conarii, commissura mollis (vollständig verhärtet), Ependym des Aquaeductus Sylvii.

Das kleine Hirn als solches zeigt zwar keine Abweichung, jedoch findet sich die Brücke, zumal im untern Theile reichlich durchsetzt von sklerosirten Heerden. Auch in den Crura cerebelli ad pontem und ad medullam oblongatam, endlich gegen das Ependym des Ventriculus IV. findet man jene vorhin beschriebenen sklerosirten Stellen in beträchtlicher Anzahl.

Rückenmark. Bei Eröffnung des Wirbelkanals wie bei der Herausnahme des Marks aus demselben war keine Abnormität zu entdecken. Erst nach Eröffnung des durch die Rückenmarkshäute gebildeten Schlauches, aus dem reichlich spinale Flüssigkeit ausfloss, war die abnorme Derbheit der Medulla spinalis durch den tastenden Finger wie auch durch den Widerstand gegen Durchschnitte deutlich zu erkennen. Diese an geronnenes Eiweiss erinnernde Consistenz des Rückenmarks war ohne Zweifel im Cervicaltheile am erheblichsten;

gegen den Lumbaltheil hin nahm sie mehr und mehr ab, und schien über der Cauda equina nur noch kaum merklich. Dem entsprechend verhielt sich die Beschaffenheit der Durchschnitte. Die im Halstheile gemachten Querschnitte boten die Abweichung dar, dass die hintern Hörner ein schmutzig-graues Ansehen hatten und durch die Mitaffection der benachbarten Partien vergrössert schienen; dann dass sich die Seitenstränge durchgehends wenig markreich erwiesen. Dieser Zustand nahm jedoch in den weiter unten gemachten Querschnitten progressiv ab, so dass im Lumbaltheile dem Auge sich kaum etwas Abnormes darbot.

III. Mikroskopische Untersuchung am Hirn und Rückenmark.

Die im frischen Zustande angestellte mikroskopische Untersuchung der sklerosirten Stellen im Gehirn ergab folgenden Befund: Reichlich vorhandene Bindegewebsfaserzüge enthalten viele eingestreute Kerne; dagegen ist von Hirnelementen und Nervenfasern keine Spur zu entdecken *). Ausserdem Corpuscula amylacea — als solche erkennbar durch ihre Reaction mit Jod und concentrirter Schwefelsäure —, in reicher Menge zerstreut und haufenweise umherliegend im Gesichtsfelde, finden sich von der Grösse eines Bindegewebskernes bis zu der eines Froschblutkörperchens als runde helle Gebilde, in denen hie und da noch ein Kern wie auch concentrische Schichtung nachzuweisen ist.

Abgesehen von der mikroskopischen Untersuchung im frischen Zustande erschien es in diesem Falle nothwendig, eine fernere Untersuchung mit feinern technischen Hülfsmitteln anzustellen. Es wurden daher grössere sklerosirte Partien aus der weissen Substanz der Grosshirn-Hemisphären gehärtet, und zwar ein Theil in Alkohol rectificatissimus der Hannoverschen Pharmakopoe (zu 90 % Tralles), eine andere Partie in wässriger Lösung von 2 Theilen Chromsäure auf 1000 Wasser. Nach 14 Tagen wurde dann die weitere Untersuchung vorgenommen und ergab Folgendes:

---

*) Es ist meiner Ansicht nach unthunlich, diejenigen Hirnsklerosen, bei denen man keine nervösen Elemente mehr nachweisen kann, unter besonderem Namen, wie es von Virchow geschehen ist, von den übrigen abzusondern, mit denen sie sonst in allen wesentlichen Beziehungen übereinstimmen.

1) An den Chromsäure-Präparaten zeigten hinlänglich feine, mit Hülfe des Rasirmessers angefertigte Durchschnitte ein feines aus Fasern bestehendes Bindegewebe. Dieselben erschienen zum Theil netzförmig angeordnet und zeigten in den Maschen die später zu erwähnenden Formelemente. Auf dickern Durchschnitten fand sich nur eine anscheinend feingranulirte Masse, welches Ansehen dadurch bedingt war, dass viele Fasern schräg oder quer auf ihre Längsaxe von der Focalebene des Mikroskops geschnitten wurden. Dass diese zum Theil netzförmige Anordnung der Fasern nicht etwa Kunstproduct war, entstanden durch coagulirende Einwirkung der wässrigen Chromsäure-Lösung auf eiweisshaltige Flüssigkeit, geht daraus hervor, dass die Fasern stellenweise zu dicken Bündeln vereinigt, unter einander parallel verliefen. — An Alkohol-Präparaten konnten dieselben Fasern, obgleich weniger leicht, dargestellt werden. Nach Zusatz von Essigsäure verschwand die Faserung vollständig.

2) An den Alkohol-Präparaten fanden sich jene grössern und kleinern concentrischen Körperchen, die im frischen Zustande die Jod-Schwefelsäure-Reaction gegeben hatten. Dieselben waren dagegen an den Chromsäure-Präparaten nicht mehr zu unterscheiden.

3) Ferner sieht man an Chromsäure-Präparaten sehr zahlreiche ovale, etwas abgeplattete oder eiförmige und zackig-eingebogene Kerne in den betreffenden Maschen. Um die Kerne herum konnten Zellenausläufer und Zellenmembran nicht mit Sicherheit constatirt werden, obgleich an Carmin-Präparaten die Bilder von spindelförmigen, sternförmigen, zum Theil auch anastomosirenden Zellen oft sehr deutlich erschienen. Dieser Anschein wurde manchmal dadurch hervorgerufen, dass die Kerne in den Maschen der sich kreuzenden Faserzüge eingebettet lagen. Es gelang aber auf keine Weise, etwas Anderes als Kerne zu isoliren. Feine Schnittflächen von den Alkohol-Präparaten wurden ausserdem mit einer ammoniakalischen Carmin-Lösung behandelt, dann mit destillirtem Wasser ausgewaschen, mit Essigsäure übersättigt und concentrirte Glycerin-Lösung zugesetzt; darauf ward wieder, bei öfterem Lüften des Deckglases, mit Wasser ausgewaschen, und schliesslich das Präparat in Glycerin-Lösung von 20 % untersucht. Es hatten sich bei genannter Methode die beschriebenen Kerne roth gefärbt.

4) Ebenso treten bei letztgenannter Behandlung der Präparate die Capillar-Gefässe als deutliche Stränge hervor und sind mit sehr zahlreichen Kernen in ihrer Wandung versehen.

Was die Capillar-Gefässe selbst anlangt, so zeigen deren viele eine bedeutend fettig degenerirte Wandung, wie man besonders schön sehen kann, wenn man Alkohol- oder Chromsäure-Präparate mit verdünnter Natronlauge behandelt.

5) Die übrige Substanz des Gehirns, abgesehen von den sklerosirten Stellen, bot keine wesentliche Veränderung dar. Wenn man aber an jenen Stellen mit der Schnittfläche in die Nachbarschaft ging, so stiess man nicht selten auf Ganglienzellen. Dieselben waren entschieden fettig degenerirt, denn sie erschienen fast vollständig undurchsichtig und angefüllt mit sehr dichtgedrängten Fettkörnchen; ebenso waren auch ihre Ausläufer beschaffen.

Aus Allem zusammengenommen ergiebt sich, dass, mikroskopisch betrachtet, eine pathologische Neubildung von ziemlich deutlich fasrigem Bindegewebe vorlag, verbunden mit Wucherung der Kerne desselben, sowie der Kerne der Capillar-Gefässe bei wahrscheinlich secundärer Fettdegeneration der Wandung der letzteren. Die Ganglienzellen mögen dann durch den Druck des schwieligen Bindegewebes verändert worden sein.

Die mikroskopische Untersuchung des in Alkohol aufbewahrten Rückenmarkes lieferte folgende Resultate:

Im Cervicaltheile desselben mit Hülfe des Rasirmessers gemachte Querschnitte der hintern Stränge, mit destillirtem Wasser und Essigsäure behandelt, ergeben im Wesentlichen denselben Befund, welcher als den sklerosirten Stellen des Gehirns zukommend sich erwiesen hatte: Netze von Faserzügen — hier noch ausgesprochener als im Gehirn —, reichlich eingestreute Kerne, concentrische Körperchen, fettig degenerirte Capillaren — und zwar in den beim Hirn nachgewiesenen Verhältnissen.

Ein derartiger Querschnitt der Seitenstränge zeigt im Gesichtsfelde weder Bindegewebsfasern mit Kernen, noch fettig degenerirte Capillaren, dagegen aber eine grosse Zahl normaler Nervenfasern, stellenweis einzelne concentrische und sparsame braune, sternförmige Körperchen, die Pigmentzellen ähnelten.

IV. Allgemeine Schlussbemerkungen.

Die neueren Forscher, welche auf exact-anatomischem Boden dem bisher nur auf die Beobachtung der Krankheitssymptome gestützten Bilde von der Sklerose des centralen Nervenapparats eine streng wissenschaftliche Form verliehen, reduciren sich auf eine relativ nur sehr geringe Zahl.

Vornehmlich sind es Hasse, Frerichs, Rokitansky; ausser ihnen finden sich noch hierher gehörige Befunde aufgezeichnet von: Valentiner, Leubuscher, Robin und Miltenberger, Sehnepf, Landgraf, Weber, Hirsch, Duplay, Kniesling, van Camp, Mauthner, Pinel, Melieher, Dumville. Indem ich vorliegende Befunde unter einander und mit dem beschriebenen Falle verglich, erhielt ich die Resultate, welche in Folgendem zu einem Gesammtbilde der Sklerose des Hirns wie des Rückenmarks zusammengestellt sind.

Die Aetiologie anlangend, so lässt sich über dieselbe, wie sie schon bei den andern besser untersuchten Krankheiten der Centralorgane des Nervensystems sehr dunkel ist, hier aus leicht einzusehenden Gründen am wenigsten sagen, wenn man nicht etwa die Gemeinplätze der Erkältung, traumatischer Ursache, Ueberanstrengung und Derartiges mehr herbeiziehen will. In unserm Falle kann man nur sagen, die Krankheit ward eingeleitet durch schmerzhafte Affection im Epigastrium, ob aber das beginnende Centralleiden Ursache oder Folge, oder ob es ohne Zusammenhang damit gewesen sei, darüber kann man kaum Vermuthungen haben. In Beziehung auf das Lebensalter der Patienten muss man zugeben, dass die meisten Fälle in das Kindesalter fallen, dann wieder die Zeit nach der Pubertät disponirt erscheint, und endlich im Verlaufe des Mannesalters immer weniger Fälle aufzuweisen sind, so dass das höhere Alter, vom sechzigsten Lebensjahre an, ganz frei bleibt. — Vorwiegende Disposition eines Geschlechtes zur Sklerose liess sich aus vorliegenden Fällen in keiner Weise constatiren.

Auf die Möglichkeit der Erblichkeit oder angeborner Prädisposition ist nach dem Vorgange von Frerichs, unter dessen Patienten zwei Geschwister an Hirnsklerose zu Grunde gingen, verschieden hingedeutet. In vorliegendem Falle, wo der Vater der Kranken unter zunehmenden Lähmungserscheinungen starb, und der Bruder bereits einmal apoplectisch gewesen ist, könnte man höchstens eine im Ganzen wenig motivirte und für die Wissenschaft werthlose Vermuthung der Art aussprechen.

Was die Dauer dieser Krankheit betrifft, so verläuft dieselbe meistens in zwei bis fünf Jahren, doch finden sich auch Fälle, wo wenige Monate, und andere, wo bis zu zehn Jahren das Leiden andauerte.

Die beobachteten Krankheitssymptome entsprechen, das darf man wohl sagen, den centralen Störungen. Die differenten Bilder jedoch in den verschiedenen Fällen finden nur deshalb

keine genügende Erklärung, weil die Physiologie der Nervencentren überhaupt noch auf zu primitiver Stufe steht. — Symptome der Geistesstörungen fehlen in keinem Falle. Entweder handelt es sich um ausgesprochenen Blödsinn und Wahnsinn, oder um eine grössere oder geringere geistige Imbecillität, und zwar pflegt die Höhe der Intelligenz progressiv mit dem Fortschreiten der Krankheit zu sinken. Auffallend ist nur, dass in unserm Falle bei den eminenten Hirnläsionen und bei dem so sehr ausgeprägten Krankheitsbilde der intellectuelle Standpunkt der Patientin im Ganzen auf derselben, relativ hohen Stufe verharrte. Immerhin jedoch würde die früher erwähnte Hinneigung zu unmotivirten Stimmungen, wie ihr ganzes Auftreten einer psychischen Störung zugeschrieben werden müssen.

Die ersten Andeutungen einer veränderten Nerventhätigkeit finden sich meistens in der motorischen Sphäre, so dass etwa erst leichtes Zucken im Gesicht, Schwäche und Zittern in den untern Extremitäten, veränderter Klang der Stimme, Verhalten des Stuhlganges, wiederholtes Erbrechen eintritt. Diese motorischen Störungen verbreiten sich jedoch — und zwar bilden die untern Extremitäten meistens den Ausgangspunkt — allmälig weiter, indem sie zugleich an Intensität zunehmen. So pflegen nach und nach in paralytischen Zustand überzugehen die untern und obern Extremitäten — letztere weniger häufig —, wie auch die Sphincteren ihren Dienst versagen; dann findet man die Athem- und Schluckbewegungen oft sehr stark beeinträchtigt; endlich pflegt auch die Muskulatur des Rumpfes und des Gesichtes, zumal in spätern Stadien der Krankheit, in Mitleidenschaft zu gelangen. — Nur wenig Fälle hat man aufzuweisen, wo die Lähmungserscheinungen halbseitig begannen — und da fast constant in einem Beine —, noch weniger jedoch, wo sie sich auf eine Körperhälfte beschränkten. Jedoch in einem bei Frerichs beschriebenen Falle von Hirnsklerose eines 42jährigen Kranken entsprach der linksseitigen Paralyse die sich bei der Obduction ergebende faustgrosse Entartung der rechten Hemisphäre. Meistens zeigen sich die Lähmungserscheinungen von Anfang an doppelseitig, oder, wo dieselben anfangs halbseitig auftraten, geräth die andere Körperhälfte doch bald in Mitleidenschaft.

Die Convulsionen und Krämpfe, hauptsächlich bei Kindern beobachtet, finden sich ebenso wenig constant wie die Hemiplegie und Apoplexie. Wo dieselben vorkamen, da pflegten sie erst in der weitern Entwicklung der Krankheit sich auszubilden, um dann, mit zunehmender Heftigkeit, Ausdehnung

und Dauer, endlich die Schlussacte des traurigen Leidens abzugeben. Fussend auf physiologischen Daten hat man die Behauptung ausgesprochen, die Symptome gestörter Motilität müssten Hand in Hand gehen mit einer tiefern Läsion des Kleinhirns. Dem würde jedoch der vorliegende Fall geradezu widersprechen, indem Lähmung, Tremor und Paralysis agitans freilich während der Dauer der Krankheit unausgesetzt bestand, die Section jedoch weder Induration noch eine andere Abnormität am Cerebellum nachweisen konnte.

Die Sensibilität scheint nicht in derselben Weise beeinträchtigt zu werden. Denn die mitunter das Leiden beginnenden und begleitenden Affectionen, wie Schwindel, heftiger Kopfschmerz und Neuralgien an der Peripherie, findet man eben so wenig bei allen bekannten Fällen der Induration, wie dieselben auch nur anfallsweise einzutreten pflegen, und oft sogar in den weitern Krankheitsstadien gänzlich schwinden. Ausserdem sehen wir die Sensibilität fast nie, selbst im Gipfelpunkte der Krankheit nicht, gänzlich erlöschen, ausser natürlich, wo es sich um paraplegische Zustände handelt. — Die Muskelsensibilität, der bisher leider zu wenig Beachtung geschenkt ward, scheint dagegen früh schon namhaft beeinträchtigt zu sein und weiterhin immer gänzlich darniederzuliegen.

Die Betheiligung der höhern Sinne anlangend, so hat man allerdings Schwerhörigkeit, Amblyopie und sogar Amaurose beobachtet — jedoch so selten, dass, wenn man leichte Alterationen des Gehör- und Gesichtssinnes ausser Rechnung lässt, die sensuelle Nervensphäre nur selten einen Beitrag liefert zu dem Symptomencomplexe der Hirn- und Rückenmarks-Sklerose. Auch in unserm Falle liess sich nur zu Anfang des Leidens eine geringe Hebetudo visus constatiren, während das Gehör nie geschwächt erschien.

Wenn ich hier noch ein Wort über die paraplegischen Zustände sagen soll, so finde ich dieselben bei keinem der beschriebenen Fälle in solch' klarem Bilde, wie es die Krankheit in unserem Falle darbot. Freilich sind Hemiplegien wie Paraplegien im Verlaufe dieses Leidens wohl beobachtet, jedoch waren dieselben entweder nur geringen Grades, oder sie bildeten die letzten, dem Tode vorausgehenden Krankheitssymptome. Hier jedoch finden wir die Wiederholung von Hemi- und Paraplegie, die plötzlich eintrat, unter den tiefsten Erscheinungen rasch verlief und eben so rasch wieder schwand, so dass nur der endliche Uebergang dieser hervorragenden Er-

scheinungen in das mit allgemeiner Paralyse verbundene, letzte, fieberhafte Stadium die Annahme eines materiellen Zusammenhanges mit dem Grundleiden gestattete. So wenig hier der Zustand der Kranken während des Lebens eine erschöpfende Begründung finden konnte, so wenig Aufschluss lieferte ebenfalls die Obduction, falls man nicht zu einer Hypothese von serösen Transsudationen in die Hirnventrikel und späterer Wiederaufsaugung derselben seine Zuflucht nehmen will.

Die oben erwähnte fieberhafte Krankheitsperiode findet sonst keine entsprechende Analogie bei den übrigen Fällen spinaler und cerebraler Induration. Denn in den meisten Fällen handelte es sich nie um Fieberhaftigkeit, bei wenigen nur um geringe und vorübergehende Fieberzustände, in keinem einzigen Falle jedoch sehen wir eine so scharfe Grenze zwischen dem afebril und schleichend verlaufenden Krankheitsprocesse und einem plötzlich eintretenden, bis zur Consumption des Organismus bestehen bleibenden febrilen Stadium, wie es das Krankheitsbild in unserm Falle charakterisirt. Allerdings wurde hier diese fieberhafte Krankheitsperiode durch die begleitende Bronchitis eingeleitet.

Gleichwie nach allem bisher Beobachteten die Prognose eine absolut ungünstige ist, so hat auch nie eine mehr als symptomatische Behandlung nennenswerthe Erfolge gehabt.

Wollen wir die pathologisch-anatomischen Verhältnisse — vorerst des Hirns — erörtern, so fallen zunächst die häufig gefundenen Abnormitäten an der Schädelwand und an den Hirnhäuten in das Auge. Erstere zeigt sich da sowohl der Form als der Consistenz nach mannichfach verändert: sie ist stellenweis blutreich, verdickt und gewulstet, an andern Stellen wieder verdünnt, sklerosirt und usurirt gefunden, so dass oft einzelne Schädelgruben asymmetrisch vergrössert, andere verkleinert erscheinen. Ebenso findet sich die Dura mater häufig verdickt, mit dünner Exsudatmasse überzogen und an der Schädelfläche adhärirend; ferner zeigen sich seröse und blutige Ergüsse in den Arachnoidealsack; endlich Oedem, Trübung und Hyperämie der Pia mater. Dem entsprechend pflegen in solchen Fällen die Gyri plattgedrückt und fast verstrichen zu sein — dieses um so mehr, wenn noch ein beträchtlicher seröser Erguss in die Hirnhöhlen den Druck erhöht.

Wenn wir bei der nähern Betrachtung des Gehirns absehen wollen von der einige Mal beobachteten — nicht hierher gehörigen — gleichmässigen Verhärtung des Hirns und Rücken-

markes in Folge einer allgemeinen Wucherung der vorhandenen Bindegewebssubstanz (Rokitansky), so giebt es dennoch kaum eine Stelle in den Nervencentren, welche nicht schon in einem oder dem andern der bekannten Fälle sklerosirt gewesen wäre. Ja man hat diese Induration selbst eine Strecke weit in den zur Peripherie verlaufenden Nervenstämmen verfolgt. Man könnte hier, betreffend den Sitz der Sklerose, den Unterschied machen, ob die Marksubstanz allein afficirt, ob auch die Hirnrinde mit in den Process hineingezogen ist; ersteres ist unzweifelhaft der häufigere Fall. Dann könnte man unterscheiden, ob die Sklerose auf eine einzige grosse, umschriebene Stelle beschränkt ist, wie wir das z. B. in zwei von Frerichs und Leubuscher mitgetheilten Fällen sehen, ob sich mehrere zerstreute Indurationen im Hirne vorfinden, oder endlich ob einzelne und mehrere Gruppen von grössern und kleinern Verhärtungen das Gehirn herdweise durchsetzen. Dass die Betheiligung der einzelnen Hirnpartien in den verschiedenen Fällen eine verschiedene sein muss, erhellt von selbst: oft sehen wir die eine Grosshirnhemisphäre vorwiegend oder allein afficirt, dann wieder ist der ausschliessliche Sitz der Krankheit im kleinen Gehirn, ein anderes Mal ist diese und jene Partie mehr oder weniger ergriffen, und so combinirt sich die Verbreitung über das ganze Hirn wie über die einzelnen Theile desselben mannichfach.

Die einzelnen in das Hirngewebe eingefügten Indurationsstellen nun variiren ebenfalls ihrer Form und Grösse nach, dann nach Färbung, Consistenz und Begrenzung auf das Mannichfaltigste. In den meisten Fällen fand man rundliche, ovale und unregelmässig polygonale Stellen von Linsen- bis Bohnengrösse, welche sich dem Auge durch ihr röthlichweissliches oder schmutzig-grauliches Ansehen verrathen, die ausserdem wegen ihrer die Consistenz des Hirns weit übertreffenden, speckähnlichen Derbheit und Zähigkeit schon durch den Tastsinn wahrzunehmen sind. Jedoch schwankt dieses Verhältniss in der Weise, dass in manchen Fällen ein verändertes Ansehen der betreffenden Stellen durchaus nicht vorhanden war, dass ferner die Consistenz nicht nur nicht bedeutender war als die des normalen Hirns, sondern dass es sich geradezu um Herde handelte, in welchen das Gehirn „von einer graulichen, klebrigen, feuchten, halbflüssigen Masse durchsetzt und auseinander geworfen erscheint" (Rokitansky). Was die Abgrenzung der Induration vom Gesunden anbetrifft, so sind es nur wenig Fälle, in denen eine solche kaum oder

in geringem Maasse vorhanden war; in den meisten Fällen markirt sich die Grenze der verhärteten und resp. erweichten Degenerationsstellen auf das Evidenteste.

Am häufigsten sind, wie schon bemerkt, diejenigen Fälle, wo sämmtliche sklerosirte Stellen wirklich verhärtet erschienen, viel seltener schon hat man diese von gleicher oder geringerer Consistenz mit dem gesunden Hirn gefunden, und nur zweimal beobachtete man harte und weiche Sklerose in ein und demselben Gehirn (s. Frerichs und Leubuscher). Da zeigten sich neben „butterähnlich erweichten Stellen von gelblich-weisser Farbe auch eine derbe Masse, wie nicht zu fester Speck". — Wie es scheint, auf diese und ähnliche Befunde gestützt, erklärt sich Rokitansky für einen Zusammenhang der beiden Erscheinungen: es solle, meint er, die weiche Masse das erste Stadium des nachherigen, verhärteten Zustandes bilden; er erklärt mithin beides für wesentlich identisch. Wenn man diese Ansicht auch für einzelne Fälle, in denen beide Verhältnisse neben einander vorkamen, nicht widerlegen kann, so dürften hinwieder andere — und zwar die meisten — Fälle von Hirnsklerose von jenem Verhalten unabhängig sein. Es wäre sonst wunderbar, dass man so häufig bei betreffenden Sectionen nicht eine Spur von Consistenzminderung am Gehirn angetroffen hat, zumal in Fällen, wo, wie auch in dem vorliegenden, plötzlich eintretende acute Zustände vor dem Tode dann beim Leichenbefunde solche Anfangsstadien der Verhärtung sichern müssten.

Das mikroskopische Verhalten der cerebralen Sklerose betreffend, so handelt es sich hier einerseits um Hypertrophie resp. Vermehrung auch in der Norm vorkommender Gebilde, und andererseits um entsprechende Degeneration, Verminderung und Schwund anderer das Hirn wesentlich constituirender Bestandtheile. Unter jene rechnet man mit Recht vor Allem die stets beobachtete örtliche Wucherung des Bindegewebes. Dasselbe findet sich im normalen Gehirn nur spärlich vertreten, bildet in den sklerosirten Stellen jedoch ein dichtes, feinfasriges Netz und ist mit reichlichen Kernen durchsetzt. Ausserdem beobachtete man eine mehr oder weniger bedeutende Ablagerung von Fetttröpfchen, colloiden und amyloiden Körperchen — Gebilde, die auch sonst unter den verschiedensten Verhältnissen im Gehirn angetroffen werden. Es ist bekannt, dass man dem absoluten oder relativen Vorwiegen dieser Gebilde nach eine Fettmetamorphose, eine colloide und amyloide Degeneration des Gehirns besonders unterschieden

hat. — Leubuscher hat ausserdem in zwei Fällen „grosse, unregelmässig gestaltete, ein- und mehrkernige Zellen mit je 4 bis 20 Fortsätzen, die, bald dicker, bald dünner, sich wieder theilen und unter einander verästeln“ gefunden.

Die Degeneration nun betrifft wesentlich die Nervenfasern und Ganglienkugeln, welche jedoch in den verschiedenen Fällen auch ein verschiedenes Verhalten zeigen. Man findet dieselben an verhärteten Stellen mitunter in mehr oder weniger erhaltenen Formen vertreten, dann wieder in atrophischen Bruchstücken, und endlich fehlen sie auch ganz — letzteres zwar in den ausgesprochensten Fällen der Sklerose.

Es kann uns nicht wundern, wenn auch die Capillaren an dem Krankheitsprocesse theilnehmen. Dieselben fand man in den verhärteten Partien meist nur spärlich vor; dann auch leer, oder stellenweis von kleinen Blutextravasaten umgeben; und endlich beobachtete man fettige Degeneration ihrer Wandungen.

Was die angrenzende Hirnsubstanz anlangt, so hat man in derselben, wo die Sklerose auf umschriebene Stellen beschränkt war, theils keine Abweichung gefunden, theils die leicht erklärliche partielle Fettentartung naheliegender Nervenfasern. Wo jedoch die Induration sich ohne Grenze in das Gesunde verlor, da konnte man auch die allmälige Abnahme aller pathologischen Gebilde bis in die normale Hirnsubstanz verfolgen.

Gestützt auf die gewichtigsten Autoritäten der Neuzeit, hält man die Bindegewebswucherung für den Grundprocess der Sklerose, indem dann die durch den entstehenden Druck zur Degeneration veranlassten Nervenfasern, Ganglienkugeln und Capillargefässe dem Auftreten der übrigen accessorischen Degenerationsgebilde entsprechenden Raum gewährten. Dass hier die untergegangenen, eben genannten Hirnbestandtheile fettig, colloid oder amyloid metamorphosirt würden, diese naheliegende Deutung ist im Ganzen eben so rationell, wie sie auch von bedeutenden Autoren vertreten wird. Der Ansicht von Rokitansky jedoch, wonach die concentrischen Körperchen aus dem Detritus der Gehirnfasern hervorgegangen sind, widerstreitet einigermassen der Bau der Körperchen: dieselben sind, wie bekannt, von verschiedener Grösse, concentrisch geschichtet, und zeigen zuweilen einen Kern, welcher viel eher einem Bindegewebskerne entsprechen könnte, um den sich amyloide Masse schichtweise abgelagert hätte.

Auf die Sclerosis medullae spinalis kann hier nicht weiter eingegangen werden, doch mag bemerkt werden, dass es gewiss zu den Seltenheiten gehört, wenn, wie bei unserm Falle, das ganze Rückenmark eine nach der Cauda equina hin allmälig und gleichmässig abnehmende Consistenzvermehrung darbietet, und dem entsprechend die Sklerosirung der betreffenden Stränge progressiv nach unten hin abnimmt.

Die Grösse der absoluten Muskelkraft aus Versuchen neu berechnet.

Dissertation von F. Knorz*), mitgetheilt von W. Henke.

(Hierzu Taf. X. u. XI.)

Die Arbeitsleistung, deren ein Muskel bei einmaliger vollständiger Verkürzung fähig ist, hängt ab von der Masse oder dem Volum der in ihm vereinigten Fleischfasern, und zwar werden die beiden Factoren dieser Leistung, Hubhöhe und Last (abgesehen von Umsetzung derselben durch den Mechanismus der Gelenke), zunächst bestimmt von den mit der Zugrichtung zusammenfallenden und zu ihr senkrechten Dimensionen der Fleischmasse, Länge der Fasern und Querschnitt oder Zahl der Fasern. Das Verhältniss der Wegstrecke, um welche eine Last von einem Muskel fortgezogen werden kann, zur Länge seiner Fasern, ist bekanntlich ein constantes. Ebenso muss man annehmen, dass die Grösse der Last, welche er überwinden kann, zu seinem Querschnitte ein constantes Verhältniss hat. Dieses drückt man aus durch Aufsuchung des Maasses der Kraft, welcher die Einheit des Querschnittes und zwar 1 □ Centim. bei grösstmöglicher Anstrengung unter dem Einfluss des Willens das Gleichgewicht hält, und nennt dieses Maass die absolute Muskelkraft.

Sie ist wahrscheinlich nicht eine im strengen Sinne constante Grösse. Sie hat wahrscheinlich bedeutende Schwankungen. Sie wechselt wahrscheinlich bei verschiedenen Individuen und zu verschiedenen Zeiten nach dem Zustande der

---

*) Ein Beitrag zur Bestimmung der absoluten Muskelkraft. Marburg 1865.

Ernährung der Muskelsubstanz, nach der Energie der Leistung der motorischen Nerven. Sie sinkt namentlich unzweifelhaft vorübergehend in Folge der Ermüdung. Sie nimmt auch wahrscheinlich ab mit der Verkürzung des Muskels, worauf ich am Schlusse dieser Mittheilung schon ein wenig näher eingehen kann. Sehen wir aber vorläufig von diesen Schwankungen ab, so verlohnt es sich wohl, erst einmal irgend einen Begriff von dem Werthe dieser Grösse dadurch zu gewinnen, dass sie bei mittleren Umständen, bei im Allgemeinen kräftigen Personen, bei Ausschluss der Ermüdung und bei beliebigen mittleren Verkürzungsgraden der Muskeln durch Versuche an Lebenden bestimmt wird. Eine Schwankung, welche dies weniger zulassen würde, welche aber auch als unwahrscheinlich nicht anzunehmen ist, wäre die, wenn der Widerstand, welchen ein Muskel, während er sich in ruhiger Spannung erhielte und während er sich wirklich verkürzt, überwinden kann, schon bei noch gleichem Verkürzungsgrade verschieden wäre. Denn wenn wir in irgend einer Lage des von Muskeln bewegten Gelenks, von der ja ihre Hebelverhältnisse zur Wirkung auf das Gelenk abhängen, bestimmen wollen, welchen Widerstand sie überwinden können, müssen wir das Ruhen in dieser Lage und ganz kleine Bewegungen um sie her gleich setzen.

Bei einer gegebenen Lage eines Gelenks nun stellt sich die Aufgabe, aus der Grösse des Widerstandes, welchen die auf dasselbe wirkenden Muskeln im Leben überwinden, die absolute Muskelkraft zu bestimmen, ziemlich einfach, wenn die durch den Mechanismus ausführbare Stellungsveränderung, welche durch Gleichgewicht von Muskelspannung und einer bekannten Kraft verhindert oder nur ganz im Kleinen ausgeführt wird, eine Drehung um eine einfache Achse ist, und wenn die Richtung der Fasern in den betheiligten Muskeln, sowie der Kräfte, an deren Ueberwindung die ihrigen gemessen werden sollen, alle in zu der Achse senkrechten Ebenen liegen. Diese Bedingungen sind hinreichend genau leicht zu verwirklichen. Ist dies geschehen, so erhält man das Bewegungsbestreben, welches jede Kraft dem Gelenke mittheilt, als Drehungsmoment durch Multiplication der Kraft mit dem kürzesten Abstande ihrer Richtung von der Achse des Gelenks, ihrem idealen Hebelarme. Summirt man die so erhaltenen Momente aller Kräfte, welchen in einem bestimmten Beispiele von Muskeln Gleichgewicht gehalten wird, so ist dieser Summe das Moment dieser Muskeln gleich. Dieses ist die Summe der Producte ihrer Querschnitte, der gesuchten absoluten Muskel-

kraft und ihrer idealen Hebelarme, oder des Abstandes ihrer Zugrichtungen von der Achse des Gelenks bei der gegebenen Lage desselben, und wir erhalten so eine Gleichung, aus welcher die einzig unbekannte Grösse der absoluten Muskelkraft leicht zu berechnen ist. Nennen wir P und p die überwundenen Kräfte, H und h die Abstände ihrer Wirkungsrichtung von der Achse, A, B, C die Querschnitte der Muskeln, a, b, c ihre kürzesten Entfernungen von der Achse und x die absolute Muskelkraft, so ist

$$P . H + p . h = xAa + xBb + xcC$$

$$x = \frac{P . H + p . h}{Aa + Bb + Cc}$$

Die Bestimmung dieser einzelnen Grössen ist manchen Fehlerquellen unterworfen, deren Einfluss jedoch die Möglichkeit eines hinreichend annähernd genauen Resultates nicht ausschliesst. Die unvermeidlichste Beeinträchtigung der Vergleichbarkeit der Zahlen, welche auf beide Seiten der Gleichung einzusetzen sind, besteht darin, dass die Kraftleistung von lebenden Personen, die Grössen der Hebelarme und Muskelquerschnitte aber von Leichen gemessen werden müssen, und die Gleichheit beider nur nach einer ziemlich willkürlichen Schätzung der Kräftigkeit des Muskelsystems bei den einen und andern vorausgesetzt werden muss. Auch die Bestimmung der Grössen an der Leiche, aus welchen für die Muskeln die Momente abgeleitet werden, leidet an Ungenauigkeit. Die Hebelarme sind nur da ziemlich genau festzustellen, wo der Zug eines Muskels durch eine schmale Sehne über ein Gelenk hingeht, während sie, wo ein Muskelbauch selbst demselben zunächst liegt, nur annähernd in der Mitte seiner Breite abzugrenzen sind. Die Querschnitte können nicht wohl direct gemessen werden, schon weil bei vielen Muskeln gar nicht alle Fasern an einer Stelle neben einander liegen. Man erhält den Flächenwerth ihrer Nebeneinanderordnung besser durch Division des Volums, welches aus dem Gewicht berechnet wird, mit der Länge der Fasern. Auch diese ist freilich nicht immer sehr genau zu messen und auch nicht immer gleich für alle Fasern, wie vorausgesetzt werden muss, um die ganze Masse als ein Prisma mit dem Querschnitt aller Fasern als Basis ansehen zu können. Doch ist diese Abweichung nach Fick und Gubler*) nicht so gross, dass in

*) Ueber die Längenverhältnisse der Fleischfasern einiger Muskeln. Dissert. Zürich 1860.

solchen Fällen nicht ein Durchschnittsmaass der Länge zu brauchen wäre, wie ein wirklich constantes.

Die Resultate solcher Versuche können also von vorn herein keine sehr grossen Ansprüche auf Genauigkeit und dem gemäss Uebereinstimmung mehrerer unter einander machen. Es wird aber auch einer solchen naturgemäss nicht bedürfen und überhaupt gar nicht nachgetrachtet werden können, wo es sich nur um Aufsuchung einer Grösse handelt, welche vorläufig als Constante angenommen werden soll, während man sich im Voraus denken kann, dass sie auch abgesehen von individuellen und zeitlichen, noch andere ganz regelmässige Schwankungen haben wird, die aber doch aufgesucht wird, um einen ungefähren Werth zu einem Grundmaasse der Muskelthätigkeit zu gewinnen.

Auf dem angegebenen Wege ist denn auch dies Ziel bereits von Ed. Weber angestrebt worden, indem er lebende Menschen in einer bestimmten Stellung mit einer möglichst angestrengten Muskelspannung eine möglichst grosse Last um ein Minimum heben und dann so gehoben kurze Zeit halten liess. Hieraus berechnete er die Wirkung des Quadratcentimeters Querschnitt der betheiligten Muskeln. Leider aber ist ihm dabei ein bedeutender Irrthum untergelaufen, indem er den Mechanismus, auf welchen die Muskeln in dem gewählten Beispiele wirkten, unrichtig analysirt und in Folge dessen die Hebelarme zur Bestimmung des Moments der Muskeln falsch gewählt hat. Sein Resultat fiel in Folge dessen viel zu klein aus und lässt sich schon aus seinen eigenen Zahlen ein grösseres gewinnen. Dies wird zuerst hier nachzuweisen sein. Sodann schliesse ich den abgekürzten Bericht über die neuen Versuche an, welche mein Freund Knorz auf meine Veranlassung angestellt hat, und lasse eine vergleichende Würdigung der Resultate folgen.

Der Versuch von Ed. Weber*).

Ed. Weber liess einen Menschen, der auf einer horizontalen Unterlage stand, die Fersen ein wenig vom Boden heben und damit seine eigene Schwere, welche durch eine ihm mittelst eines Gürtels angehängte Belastung um eine bestimmbare Grösse vermehrt wurde, kurze Zeit aufgehoben halten. Aus der möglichst grossen Last, welche hierbei über-

*) Artikel „Muskelbewegung" in Wagner's Handwörterb. Bd. III. b. S. 88 f.

runden wurde, berechnete er die Kraft der Wadenmuskeln, welche derselben das Gleichgewicht halten, und hieraus die Kraft des Quadratcentimeters Querschnitt. Um aber zu dem Ende die Momente der Last und der Muskelwirkung nach der Grösse ihrer Hebelarme zu bestimmen, nahm er an, die Last drücke den Fuss hinten hinab und die Spannung der Wade ziehe dagegen die Ferse in die Höhe, indem sie den Fuss um die Achse seines grossen Mittelfusskopfes drehe. Diese Bewegung des Fusses kommt allerdings zu Stande; aber sie wird nicht direct von der Schwere gehemmt und von der Wade bewirkt. Weber hat deshalb mit Unrecht ein Gleichgewicht einer directen Wirkung beider auf sie angenommen.

Wenn die Last des Körpers auf dem Fusse ruht, welcher den Boden mit der Ferse und mit der Spitze berührt, so wird der Schwerpunkt des Körpers so getragen, dass ein Perpendikel von demselben herabgefällt zwischen beiden stützenden Enden des Fusses herabgeht. Weber denkt sich dies auch dann noch ebenso, wenn die Ferse vom Boden erhoben und der Fuss also nur noch mit dem Mittelfusskopfe aufgesetzt ist. Folglich soll die Schwere ihn wieder hinten herabzudrücken streben, wobei er sich um die quere Achse des Mittelfusskopfes drehen müsste; und zwar scheint er sich speciell zu lenken, dass die Last gerade auf den Talus und die quere Achse des Sprunggelenks in ihm herabdrücken soll. Denn nur so hat es einen Sinn, dass er gerade den horizontalen Abstand dieser von der des Mittelfusskopfes (*ab* in der kleinen Figur auf Tafel X.) als Hebelarm ihrer Wirkung auf jene Drehung annimmt. Zwar ist mit der Annahme des Talus als directen Angriffsobjectes der Herabdrückung auch sonst noch ein Sinn zu verbinden, und so liesse sich jener Hebelarm auch erklären. Dann wäre er aber doch nur ein realer, ein idealer dagegen nur, wenn die Richtung der Kraft auch senkrecht zu ihm herabgeht; und als solcher wird er hier behandelt, indem er einfach mit der Kraft multiplicirt das Drehungsmoment geben soll. Warum aber so der gemeinsame Schwerpunkt des Körpers und der Belastung gerade über dem Sprunggelenke liegen soll, ist gar nicht einzusehen. Sehen wir indess auch hiervon ab, so ist jedenfalls soviel klar, dass die Belastung weiter hinten als die noch aufgesetzte Mittelfussspitze herabdrücken und also den Fuss um die quere Achse derselben zu drehen streben soll. Dem entgegen soll der Zug der Wade an der Achillessehne den Fuss emporhalten und also an dem Hebelarme von der Fussspitze bis zur Ferse (*ac*) im entgegengesetzten Sinne wie die Schwere auf die Drehung

des Fusses um die quere Achse des Mittelfusskopfes wirken. Nun ist aber klar, dass dies nichts Anderes hiesse, als dass der Körper mit seiner Belastung frei schwebend erhalten werden soll, ohne dass ihr gemeinsamer Schwerpunkt unterstützt ist. Dies kann kein noch so starker Muskel möglich machen, der an dem zu hebenden Körper selbst entspringt und nicht an der Decke des Zimmers oder sonst einem mit dem Boden fest verbundenen festen Körper. Denn „δος μοι που στω".

Es ist also klar, dass überhaupt ein Aufheben der Ferse vom Boden nur unter der Vorbedingung möglich ist, dass die Lage des Schwerpunktes von Körper und Belastung, und also die Richtung der Wirkung ihre Schwere erst so weit nach vorn verlegt ist, dass sie (wie der Pfeil in der Figur andeutet) durch den Punkt herabgeht, an welchem der Körper nun allein noch dem Boden fest aufgesetzt bleiben soll. Dann ist aber ihr Hebelarm für jene Drehung gleich Null und sie drückt den Fuss gar nicht hinten herab. Es bedarf also auch, um dies zu hindern, keiner Muskelwirkung. Die Wade wäre auch nicht das geeignete Organ zu einer Drehung im Gelenke des Mittelfusskopfes, weil sie dasselbe gar nicht überspringt.

Gleichwohl findet in der That in diesem Falle eine entgegengesetzte Wirkung der Schwere und der Wade statt, nur auf ein anderes Gelenk. Denn wenn die Richtung der ersteren durch die aufgesetzte Mittelfussspitze und also bedeutend vor der queren Achse des Sprunggelenks im Talus herabgeht, so ist damit ein Drehungsmoment um diese, ein Bestreben des Körpers vom Talus nach vorn herabzufallen, eine Wirkung auf Dorsalflexion zwischen Unterschenkel und Fuss gegeben, und dass diese nicht zu Stande kommt, wird durch die Spannung der auf Plantarflexion wirkenden Muskulatur, also vorzugsweise der Wade verhindert. Dies ist schon fast immer beim Stehen auf dem vorn und hinten aufruhenden Fusse der Fall, da die Schwerlinie immer weiter vorn als die Achse der Talusrolle getragen zu werden pflegt. Bei der Erhebung der Ferse ist es aber in höherem Grade der Fall und zwar in einer bestimmbaren Grösse der Wirkung der Last, wenn diese selbst bekannt ist, da jetzt der Abstand ihrer Wirkung von der Achse ein bestimmter ist, und zwar zufällig derselbe, den auch Weber in seiner Berechnung als Hebelarm der Last angenommen hat, nämlich der horizontale Abstand der queren Achsen des Mittelfusskopfes und der Talusrolle (ab), nur dass wir seine beiden Enden gerade umgekehrt als Drehpunkt und Angriffspunkt zu betrachten haben. Der Hebelarm dagegen, an welchem der Zug der Wade der Schwere entgegen wirkt,

ist der kürzeste (d. h. etwa der horizontale) Abstand der Achillessehne von der Achse der Talusrolle (also nicht a c, sondern b c, oder a c — a b).

Hieraus ergiebt sich, dass wir mit Beibehaltung der von Weber angesetzten Zahlen sein Resultat berichtigen können, indem wir von seinem Hebelarm des Muskels (a c = 172) den der Last (a b = 129) subtrahiren (b c = 43). So bleibt als richtiger Hebelarm des Muskels (a in der Formel unserer Einleitung) gerade der vierte Theil von dem Weber'schen, und da er bei der Berechnung der absoluten Kraft ein Factor des Nenners ist, so muss das Endresultat vier Mal grösser ausfallen.

Indem ich einen kleinen Rechenfehler, welchen Knorz in der Ausrechnung des Resultates der Versuche von dem stärksten der drei Versuchstheilnehmer Weber's gefunden hat, und welcher dasselbe auch noch etwas zu klein gemacht hat, hier übergehe, kann ich nicht umhin, hervorzuheben, dass es andrerseits auch wieder etwas grösser geworden wäre, wenn die Momente der anderen Muskeln, welche hinter der Rolle des Talus herabgespannt sind, und also auch auf Plantarflexion um die Achse derselben wirken, mitgerechnet wären. Doch sind dieselben zusammen viel kleiner als die der Wade allein. Denn einmal werden ihre vereinigten Querschnitte dem letzterer nicht gleichkommen, und zweitens sind ihre Hebelarme auf die Achse des Sprunggelenks viel kleiner *). Das Ergebniss dieser Correction, welche ich nicht völlig ausführen kann, würde also nur etwa die Decimalstellen von Kilogrammen in dem Werthe der absoluten Muskelkraft absetzen. Als ungefähres berichtigtes Resultat des Versuches von Weber können wir also immer noch das Vierfache seiner Angaben annehmen, also statt circa 1 Kilogramm circa 4.

Die neuen Versuche.

Als einfache Beispiele zu einer analogen Aufsuchung eines Gleichgewichts der Spannung von Muskeln und einer bestimmten möglichst grossen Last, wobei beide ebenfalls auf ein Gelenk mit einfacher Drehungsachse in zu dieser senkrechten

*) Ueber erstere kann ich keine Maasse angeben. Die Hebelarme bestimmte ich bei Gelegenheit der unten zu beschreibenden Messung der Muskeln auf der andern Seite des Gelenks (vergl. die Tafel XI.) wie folgt: Tibialis posticus 0,5 Centim., Peroneus brevis 0,8, Flexor digitorum l. 1,15, Peroneus longus 1,45, Flexor hallucis l. 2,1, Achillessehne 5,0.

Ebenen wirken, bietet sich die rechtwinklige Stellung des Unterarms und des Fusses gegen den senkrecht frei herabhängenden Oberarm und Unterschenkel, wobei ein an die Hand oder die Fussspitze angehängtes Gewicht nebst der Schwere der horizontal gehaltenen Theile selbst von den Muskeln an der vorderen Seite des Oberarms und Unterschenkels getragen wird. Für diese beiden Beispiele habe ich die anatomischen Messungen von der Leiche eines kräftigen hingerichteten Verbrechers genommen, deren Extremitäten mir Herr Prof. Claudius zu derartigen Untersuchungen gefälligst überlassen hatte. Mein Freund Knorz hat dann bei einigen kräftigen Studenten die Widerstandsfähigkeit der Muskeln in diesen Lagen gemessen und aus den Resultaten dieser Beobachtungen die absolute Muskelkraft neu berechnet. Bevor ich die so gewonnenen Zahlen im Auszug wiedergebe, habe ich nur wenige Bemerkungen über die Beobachtungen voranzustellen.

Die Querschnitte der Muskeln wurden wie bei Weber aus dem Volum und dieses aus dem Gewichte des Fleisches bestimmt, durch Division des letzteren mit dem specifischen = 1,05 und sodann durch die mittlere aus den gemessenen Längen einzelner Primitivbündel desselben Muskels. Um die Hebelarme für die Wirkung jedes Muskels auf das Gelenk in der gegebenen Stellung zu bestimmen, entwarf ich mittelst des dazu von Lucä angegebenen Apparates *) eine geometrische Projection der Knochen und Muskeln in dieser Lage auf eine zur Achse des Gelenkes senkrechte Ebene. In dieser konnten die senkrechten Abstände des Zuges jedes Muskels von der Gelenkachse direct gemessen werden. Die Tafeln geben diese Bilder unverändert. Die Achse des Gelenks war zuvor so bestimmt, wie ich schon sonst häufig gethan habe **), dass ein Stift in die Seite der Rolle des Humerus und Talus so eingesteckt wurde, dass er durch Bewegung dieser Knochen bei fixirtem Unterarm und Fuss sich nur noch um sich selbst drehte. Wurde nun die Platte, auf welche das ganze Bild projicirt werden sollte, so darüber gelegt, dass sich der Stift nur mit seiner Endfläche durch den Apparat zeigte, so war damit die Projection senkrecht zur Achse und die der Achse

*) Zur Morphologie der Rassenschädel. Frankf. 1861. Ein Diaphragma und Fadenkreuz werden senkrecht übereinander auf einer Glastafel fortgeschoben und jeder Punkt des Gegenstandes dahin gezeichnet, wo er durch beide gesehen erscheint.

**) Anatomie u. Mechanik der Gelenke. S. 37.

ein Punkt. Der andere Endpunkt der Hebelarme wurde in der betreffenden Sehne oder Muskelmasse in der Regel gleich weit von dem der Achse zunächst und entferntest gelegenen Rande angenommen; zuweilen aber etwas näher dem einen, wo der stärkere Theil des Muskels an diesem zu ziehen schien.

Zur Herstellung der Belastung von Hand und Fuss, an welcher der Widerstand der Muskeln in den Versuchen an Lebenden zu messen war, diente ein einarmiger Hebel, gebildet aus einer horizontal gehaltenen Stange, deren eines Ende mit einer festbeschlagenen Spitze in eine Vertiefung eines fixirten Klotzes eingestemmt war, während das andere von einer unterstützenden Unterlage abgehoben werden konnte. An diese wurde in einer grösseren Entfernung von der fixirten Spitze eine Wagschale zum Auflegen beliebiger Gewichte gehängt, eine der Spitze nähere Stelle aber mit einer Lederschlinge gefasst und diese dem Versuchenden durch die Hand oder über den Kopf des Mittelfussknochens gelegt (vergl. die kleine Figur Taf. XI.). Der Apparat musste natürlich bei den verschiedenen Versuchen verschieden hoch gestellt werden, um bei einem bequemen Stehen oder Sitzen des Versuchenden die senkrechte Stellung des Oberarms oder Unterschenkels und die freie horizontale Haltung des Unterarmes oder Fusses mit Sicherheit festhalten zu können. Die Belastung wurde dann, wie bei Weber, so lange gesteigert, bis das Maximum erreicht war, bei welchem jeder Arm oder Fuss noch im Stande war, die Stange von der Unterlage um ein Minimum abzuheben und kurze Zeit erhoben zu halten. Es war nun begreiflich leicht, die Belastung durch Stange und Gewichte mit Rücksicht auf die Abstände der Wagschale und des Schwerpunktes der Stange von der fixirten Spitze derselben auf den Zug zu reduciren, welchen sie durch die Lederschlinge auf die Hand oder den Fuss ausübten. Die Hebelarme, an denen sie hier angreifend auf das betreffende Gelenk wirkten, wurden wieder von der Leiche des Verbrechers genommen, wie die anderen anatomischen Grössen; ebenso die Belastung durch den Unterarm und den Vorderfuss selbst.

Erster Versuch. Rechtwinklige Beugung des Ellbogens.

Tabelle der Muskeln.

Muskeln.	gemessen: Länge in Centimetern.	gemessen: Gewicht in Grammen.	gemessen: Hebelarm in Centimetern.	berechnet: Volum in Cubikcentimetern	berechnet: Querschnitt in Quadratcentimetern.	berechnet: Product aus Querschnitt u. Hebelarm.
Brachioradialis	20,1	56	5	53	2,6	13
Brachialis	9,7	131	2,5	125	12,9	31,2
Biceps						
caput lg.	15,8	91	5,5	87	5,5 } 8,4	46,2
— br.	20,1	61		58	2,9	
Pronator teres	10,3	32	1	30	2,9	2,9
					Summa	93,3

Der Hebelarm des Brachioradialis musste ziemlich beliebig nach einer Stellung, wie sie sein Bauch über dem Gelenke hin unter dem Einflusse seiner Spannung und dem Zusammenhalten der Haut und Fascie einnimmt, angenommen werden*). Beim Biceps wurde der hintere Rand der Ansatzsehne mehr als der vordere berücksichtigt, weil sich offenbar in ihm (zum oberen Ende des Ansatzes am Radius) der Zug des Bauches viel gerader fortsetzte als zu dem dünnen anderen. Die Extensoren der Hand wurden nicht berücksichtigt, weil sie gewiss nicht mit angriffen, da die Hand ja auch für sich durch Beugung die belastete Schlinge festhalten musste. Die Abbildungen auf Taf. X. liegen den Messungen der Hebelarme zu Grunde. Die andern Zahlen bedürfen keiner Erläuterung.

Die Belastung, welche durch die Lederschlinge in der Hand mit dem Arme empor gehalten werden konnte, betrug bei 8 Personen an beiden Armen gemessen in Kilogrammen

	rechter Arm	linker Arm
A	31,375	25,375
B	31,375	26,0
C	30,625	23,875
D	28,375	23,875
E	28,375	23,875
F	23,875	20,0
G	23,875	18,875
H	22,375	18,375

Setzen wir nun den Durchschnitt aus diesen Versuchen mit dem von der Leiche des Verbrechers gefundenen Hebelarm,

*) Vergl. Gubler a. a. O.

30 Centimeter Abstand der Schlinge in der Hand von der Achse des Ellbogengelenks zusammen und rechnen dazu als die auf den Hebelarm, 1 Centim., reducirte Schwere des Vorderarms selbst 13 Kilogramme, so erhalten wir, vom rechten Arme ausgehend, von welchem auch die Muskelmaasse genommen waren, als Auswerthung der Formel für die absolute Muskelkraft

$$x = \frac{P.H + p.h}{Aa + Bb + Cc} = \frac{27,53 . 30 + 13}{93,3} = 8,991 \text{ Kilogramme.}$$

Wenn wir aber berücksichtigen, dass die Differenz der Kraft des rechten und linken Armes bei den Studenten, deren Hauptkörperübung im Fechten besteht, wohl eine übermässige ist, so legen wir vielleicht passender das Mittel aus den vom linken und rechten Arme gewonnenen Versuchen zu Grunde und erhalten dann

$$x = \frac{25,03 . 30 + 13}{93,3} = 8,187 \text{ Kilogramme.}$$

Zweiter Versuch. Rechtwinklige Dorsalflexion des Fusses.

Tabelle der Muskeln.

Muskeln.	Länge in Centimetern.	Gewicht in Grammen.	Hebelarm in Centimetern.	Volum in Cubikcentimetern.	Querschnitt in Quadratcentimetern.	Product aus Querschnitt u. Hebelarm.
Ext. dig. lg.	9,6	52	3,6	50	5,2	18,7
Ext. hall. lg.	11,6	22	4	21	1,8	7,2
Tibialis antic.	9,8	146	4,1	139	14,2	58,2
					Summa	84,1.

Die Hebelarme nach den Figuren auf Tafel XI. Diese sind hier sehr einfach und genau gegeben. Hier liegt dagegen eine grössere Quelle der Ungenauigkeit in der Bestimmung der Entfernung der angelegten Schlinge von der Sprunggelenksachse. Sie wurde nach dem Fusse der Leiche zu 12 Centimeter gesetzt.

Die Belastung bei denselben 8 Personen an beiden Füssen gemessen in Kilogrammen:

	rechter Fuss	linker Fuss
A	48	44,5
B	43,5	43
C	43	41
D	41,5	40
E	41,5	40
F	40	38,5
G	39	37
H	35	34,5

Das Gewicht des Vorderfusses von der Leiche auf die Einheit des Hebelarms reducirt, beträgt 3,5 Kilogramm.

Die Differenz des linken und rechten Fusses, ohnehin gering, ist bei den Studenten und der Leiche wohl die gleiche. Nehmen wir daher das mittlere Resultat der Versuche, wie die Maasse der Muskeln, vom rechten, so erhalten wir

$$x = \frac{40{,}16 \,.\, 12 + 3{,}5}{84{,}1} = 5{,}9 \text{ Kilogramm.}$$

Würdigung der Resultate.

Das Resultat des Versuchs von Weber wird auch nach seiner oben ausgeführten Berichtigung von dem kleineren der aus unseren Versuchen gewonnenen beinahe um die Hälfte übertroffen und letzteres wieder von dem grösseren um mehr als ein Dritttheil. Diese Differenzen lassen sich theils erklären, theils liegt ihr Grund in den unvermeidlichen Fehlerquellen verborgen.

Die Differenzen unserer Resultate von denen Weber's erklären sich wohl zum grossen Theile aus dem ungleichen Grade von Vergleichbarkeit der benutzten Leichen und Lebenden. Die Leichen waren in beiden Fällen kräftige, durch einen unnatürlichen Tod entseelte Muskelkörper. Die Versuchspersonen waren bei Weber solche, von denen er selbst sagt, dass sie dem gelehrten Stande angehörten und keine ausserordentliche Muskelentwickelung zeigten. Er selbst war mit betheiligt. Die unsrigen gehörten zwar auch in gewisser Weise zum gelehrten Stande, aber doch noch in einem Stadium, worin das Hocken hinter den Büchern von Pauken und dergleichen motorischen Exercitien noch ausgeglichen wird. Also mussten sie ein grösseres Durchschnittsmaass der Muskelthätigkeit zeigen, und da dieses wohl den kräftigen Muskeln, welche die Querschnitte hergegeben haben, worauf die Kraft vertheilt werden sollte, mehr entspricht, dürfen wir unserem grösseren Resultate wohl den Vorzug vor dem auch berichtigt noch kleineren von Weber geben, und könnten demnach die absolute Muskelkraft jedenfalls auf circa 6 Kilogramm oder noch darüber setzen.

Darüber hinaus bleibt nun noch die auch bedeutende Differenz der Resultate unserer Versuche zu erklären, welche vom Fusse noch nicht ganz 6, von der Hand über 8 Kilogramm ergeben haben. Wir dachten zuerst nur an den Einfluss der grösseren Uebung, welche wir haben, die Hand durch einen deutlich bewussten Willensimpuls zu energischer Anstrengung

zu veranlassen, im Vergleich mit der doch mehr nur unbewusst willkürlichen, täglichen, gewohnheitsmässigen Benutzung der Gehwerkzeuge, welcher bei Benutzung ersterer ein höheres Ergebniss erreichen liesse. Ausserdem aber ergiebt sich bei näherer Ueberlegung, dass wir es hier offenbar auch schon mit einer gesetzmässigen Schwankung der Grösse der Muskelkraft zu thun haben und zwar mit der von vorn herein schon wahrscheinlichen Abnahme derselben mit der Verkürzung des Muskels. Denn die rechtwinklige Dorsalflexion des Fusses ist gewiss eine annähernd extremere Lage des Gelenks als die rechtwinklige Beugung des Armes, also waren die Muskeln in unseren Versuchen mit dem Fusse ihrer vollen Verkürzung viel näher als die bei denen mit dem Arme wirksamen.

Dass aber ein gleich grosser Widerstand in der Nähe der vollen Verkürzung nicht mehr vom Muskel im Gleichgewicht gehalten werden kann, als wenn er dabei noch länger bleiben darf, ist von vorn herein im höchsten Grade wahrscheinlich nach dem, was wir von der Elasticität des Muskels aus Weber's bekannten Versuchen und namentlich auch aus den neuesten von Donders und van Mansvelt*), welche, wie die unsrigen über die Kraft, an lebenden Menschen gemacht sind, wissen. Auch der contrahirte Muskel ist noch ausdehnbar, wenn auch mit zunehmender Contraction weniger. Dass er in einer bestimmten Verkürzung verharren kann, während ein Widerstand ihn zu dehnen strebt, beruht darauf, dass die motorischen Vorgänge in seinem Innern einen Zustand herbeiführen, bei dem er ohne den Widerstand noch kürzer sein würde. Von diesem aus ist er also in der Ruhelage durch die Belastung schon gedehnt und der Unterschied zwischen jener seiner nun eigentlich natürlichen Länge und der von da aus gedehnten muss um so grösser sein, je grösser die Belastung ist. Ist die Belastung in einer mittleren Lage möglichst gross, wie in den Versuchen, wo wir sie gemessen haben, so entspricht die innere Arbeit des Muskels wahrscheinlich schon der vollen oder doch nahezu vollen Verkürzung, welche eintreten würde, wenn es die Ausdehnung durch den Widerstand nicht hinderte. Also kann sie auch wahrscheinlich, wenn sie wirklich eingetreten ist, nicht gegen den gleichen Widerstand behauptet werden.

Hierfür spricht auch ein vorläufiger Versuch über die Abnahme der Kraft mit der Verkürzung, den Knorz beiläufig mit angestellt hat. Dieselben Personen hielten eine möglichst

*) Over de elasticiteit der spieren. Diss. Utrecht 1863.

grosse, an die Ferse gehängte Last mit dem rechtwinklig gebogenen Knie, während der Oberschenkel einmal vom gerade aufrechten, das andere Mal vom vorn über auf einen Tisch geneigten Rumpfe gerade herabhing. Hauptmuskeln, welche das Knie gebeugt erhielten, waren also durch die Stellung des Hüftgelenks, welches sie strecken (Semimembranosus, Semitendinosus, langer Kopf des Biceps), im ersten Falle kürzer, im zweiten Falle länger, während sie in beiden Fällen deshalb noch keinen Widerstand zu überwinden hatten, sondern nur durch ihre Wirkung auf das Kniegelenk. Von drei Personen wurde so im ersten Falle der Reihe nach: 14 Kilogr., 12,5 Kilogr. und 12,5 Kilogr., im zweiten beziehungweise: 3 Kilogr., 2 Kilogr. und 2,375 Kilogramme mehr emporgehalten. Also hatten die Muskeln, welche in beiden Fällen verschieden kurz waren (etwa die Hälfte aller betheiligten), in der Verkürzung eine geringere Kraft gehabt.

Wir dürfen nach Erwägung dieser vorläufigen Notiz das Resultat unserer fertigen Berechnungen wohl annähernd bestimmter dahin ausdrücken, dass sich die Grösse der absoluten Muskelkraft bei mittlerem Verkürzungsgrade (in den Versuchen am Arm, doch immer schon etwas über mittlerem) als reichlich 8 Kilogramm, aber bei weiterer, jedoch noch nicht extremer Verkürzung (Versuche am Fusse) auf etwas unter 6 Kilogramme herabgegangen zeigte. Ich beabsichtige die hierin hervortretende Schwankung ihrer Grösse durch weitere Versuche näher zu verfolgen, indem ich mit einem Apparat, wie ihn Donders und Mansvelt zu ihren Elasticitätsversuchen benutzten, denselben Arm nach und nach in verschiedene bestimmte Beugungsgrade bringe, und für jeden derselben unsere Kraftmessung wiederhole.

Zur Cataractbildung.

Von

Dr. H. Kruse.

(Hierzu Tafel XII.)

In einem Auge, dessen Sehvermögen, wie nachträglich ermittelt werden konnte, ungestört gewesen war, fand Herr Professor Henle bei Gelegenheit anderer Untersuchungen eine eigenthümliche Form von Cataract. Das betreffende Auge habe ich unter Leitung des Herrn Professor Krause im Göttinger pathologischen Institute einem nähern Studium unterworfen und theile die Resultate hier in der Kürze mit. Mit Ausnahme der Linse erwiesen sich alle Gewebe des Bulbus normal.

Auf einem sagittalen Durchschnitt (Fig. 1) sieht man alle Theile des Auges in ihrer gewöhnlichen Lage. Nur die Linsenkapsel ist nach hinten und abwärts zu einem grösseren Sacke ausgebuchtet, dessen Wandung aus neugebildetem Bindegewebe besteht. Die Substanz des hinter der Pupille gelegenen Theiles sowie der oberen Partien der Linse erwies sich ganz durchsichtig und bot auch bei der mikroskopischen Untersuchung nichts Abnormes dar.

Das Auge war mehrere Tage in weingelbe Chromsäure-Lösung gelegt (2 Theile auf 1000 HO). In dem Inhalt des beschriebenen Sackes fanden sich in der Nachbarschaft der eigentlichen Linse selbst noch erkennbare Linsenfasern von folgender Beschaffenheit.

Es zeigten die einzelnen Fasern eine bogenförmige Querstreifung und machten den Eindruck, als ob sie durch Septula fächerförmig abgetheilt wären. Das Ganze war den Feldern

eines getäfelten Fussbodens ähnlich, nur mit dem Unterschiede, dass hier die einzelnen Felder nicht so regelmässig angeordnet und statt von geraden von bogenförmigen Linien begrenzt waren. Weiter entfernt von der Linse fand man zwischen den Fasern kleinere kuglige und grössere eckige Zellen eingebettet (Fig. 2), welche die Form der Anordnung des Gewebes mannigfach modificirten. Die kugligen Zellen hatten eine scharf conturirte Zellenmembran mit körnigem Inhalt nebst einem Kerne, der ebenfalls körnige Einlagerung deutlich erkennen liess und ungefähr den fünften Theil der Zelle ausfüllte, während die grösseren eckigen Zellen verwaschene Ränder zeigten, jedoch ebenfalls körnigen Inhalt nebst Kernen besassen. Nebst diesen beiden Haupttypen fanden sich noch verschiedene Uebergangsstufen der kugligen zu den eckigen, und zwar nicht allein der Form, sondern auch der Grösse nach, so dass man wohl berechtigt ist zu der Vermuthung, dass die eckige Form das Endstadium der Entwicklung repräsentire. Indem die Zellen häufiger wurden, sah man dann das Balkengerüst der beschriebenen veränderten Linsenfasern immer sparsamer werden, bis dann schliesslich ein mannigfach verästeltes und in sich verschlungenes Maschennetz erschien, das von Fäden gebildet wurde (Fig. 2). Dass es sich hier um Fäden und nicht um Durchschnitte von Zellenmembranen handelt (analog dem Zellengewebe der Phanerogamen), ergiebt sich aus folgendem Umstande. Man sieht nämlich an den Kreuzungspunkten der Fäden, wo selbst z. B. drei Fäden zusammentreffen, constant einen runden glänzenden Fleck (Fig. 2. *a*), der leicht mit einem Kerne verwechselt werden kann. Durch Focusänderung stellt sich aber heraus, dass der scheinbare Kern ein senkrecht zu der Ebene des Präparats verlaufender und mit den übrigen anastomosirender Faden ist. Die einzelnen Maschen waren mit den eben beschriebenen Zellen ausgefüllt, indem in weiterer Entfernung von der Linse selbst die grossen eckigen Zellen zunahmen und an einzelnen Stellen kaum noch als solche zu erkennen waren, sondern mehr eine amorphe Detritusmasse bildeten. Die Weite der Maschen betrug durchschnittlich 0,019 Mm., einzelne waren enger und hatten eine Weite von 0,008 Mm., andere dagegen auch wieder 0,033 Mm. Weite; die Fäden hatten eine Dicke von 0,001 Mm. Der Durchmesser der eckigen Zellen betrug 0,025, derjenige der kugligen 0,015 Mm. Merkwürdig waren noch einzelne Stellen, wo man eine gelbliche, durchscheinende, homogene Masse sah, die fasrig gestreift war und Hohlräume bildete, worin kuglige Zellen eingebettet

waren. Sie waren von normalem Linsengewebe umgeben und sahen aus, als ob sie sich aus ihm herausgebildet hätten.

Ein analoger Fall bei Cataracta senilis ist von Wedl*) abgebildet. Wahrscheinlich sind in beiden Fällen die grossen runden und eckigen Zellen durch Theilung der Zellen an der Linsenkapsel, das Maschenwerk aus einer partiellen Resorption und Verdichtung der Linsenfasern durch Wasserverlust hervorgegangen.

*) Atlas der pathologischen Histologie des Auges. 3te Lieferung. Leipzig 1861. Lens. Corp. vitr. IV. Fig. 39. 40.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Sagittaler Durchschnitt des beschriebenen Auges in doppelter natürlicher Grösse. Man sieht die Sclerotica, Chorioidea, Retina, sowie die vordere Augenkammer. Die Linse geht nach unten und hinten in eine unregelmässige, körnige Masse über. Ein feiner Abschnitt der letzteren ist in Fig. 2 abgebildet.

Fig. 2. Inhalt der mit der Linsensubstanz zusammenhängenden Masse von Fig. 1. Man sieht starre, rechtwinklig sich kreuzende Fäden, die auf dem optischen Durchschnitt als kleine Kreise erscheinen (*a*). In den Maschen liegen rundliche, granulirte Zellen, mit deutlicher Zellmembran, die zum Theil frei in dem Präparat umherschwimmen (bei *b*). Die Fäden erinnern einigermassen an vegetabilische Formen.

Ueber das Entstehen der Bernsteinsäure im menschlichen Organismus.

Von

R. Koch in Göttingen.

Im Anschluss und als Fortsetzung der in dieser Zeitschrift Bd. 24. p. 97 und in den Nachrichten von d. königl. Gesellsch. d. Wissensch. u. s. w. zu Göttingen 1865. p. 182 mitgetheilten Untersuchungen über die Bildung von Bernsteinsäure im thierischen Organismus einerseits aus Fett, anderseits aus Aepfelsäure unternahm ich auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Prof. Meissner im hiesigen physiologischen Institut Untersuchungen, welche zum Zweck hatten, zunächst die beim Hund und beim Kaninchen gemachten Erfahrungen auch am Menschen zu prüfen, sodann die Versuche über die Bildung der Bernsteinsäure im Organismus, wie aus der Aepfelsäure, auf einige andere Körper auszudehnen, welche ausserhalb des Körpers unter ähnlichen Umständen, wie die Aepfelsäure, Bernsteinsäure liefern, und endlich die von Prof. Meissner schon angedeutete Vermuthung zu prüfen, ob nämlich die auf Reduction beruhende Bildung von Bernsteinsäure schon im Darmkanal vor sich geht.

Der zu untersuchende (menschliche) Harn wurde stets in derselben Weise behandelt, nämlich mit Barytwasser vollständig ausgefällt, der überschüssige Baryt mit Schwefelsäure unter Vermeidung eines Ueberschusses entfernt und mit Salzsäure vollends neutralisirt bis fast zur Syrupconsistenz eingedampft. Während des Eindampfens pflegt die Flüssigkeit

wieder saure Reaction anzunehmen, welche mit Kali- oder Natronlauge aufgehoben wurde, und zwar wurde besonders am Ende des Eindampfens darauf geachtet, dass die Flüssigkeit neutral reagirte. Dieselbe wurde dann mit absolutem Alkohol ausgefällt, wobei viel Chloralkalien, harnsaures Alkali und, wenn vorhanden, bernsteinsaures Alkali, von anhaftendem Farbstoff braun gefärbt, niederfallen. Digerirt man den Niederschlag in wenig Wasser, so lassen sich, namentlich nach dem Erkalten, die harnsauren Salze grossentheils durch Filtriren trennen. Die braune Lösung setzt beim Eindampfen noch weiteres harnsaures Alkali, später Chloralkalien ab.

Beim Vorhandensein von bernsteinsaurem Alkali ist dasselbe in dem concentrirten Wasserextract sehr leicht an den charakteristischen Krystallisationsformen zu erkennen. Das bernsteinsaure Natron, mit welchem wir es fast immer zu thun hatten, scheidet sich aus jenem Wasserextract des menschlichen Harns, sehr ähnlich wie aus dem des Hundeharns, gewöhnlich in mehr oder weniger breiten, langgestreckten, spiessförmigen Krystallen aus, an denen, wenn sie sich auf der Spitze stehend unter dem Mikroskop zeigen, sechs abgerundete Kanten mehr oder weniger deutlich zu erkennen sind, und welche, wenn einigermassen reichlich vorhanden, ein dichtes unregelmässiges Haufwerk rings um das mikroskopische Präparat bilden; sehr oft sind die Krystallnadeln weidenblattförmig mit einer Verdickung in der Mitte; bei reichlicher Krystallisation pflegen sich die grössern Spiesse und Nadeln an den Enden mit kleineren zu besetzen. Es kamen übrigens auch Fälle vor, in denen sich das bernsteinsaure Alkali nicht in solchen gewohnten Formen aus jenem Extract des menschlichen Harns ausscheiden wollte, sondern unregelmässige, fast kuglige Knollen bildete, die aber doch hier und da an zwei entgegengesetzten Punkten in zwei kurze Spitzen ausgezogen waren und dann deutliche Uebergänge zu den in der Mitte verdickten lanzett- oder weidenblattförmigen Nadeln bildeten. Ist die Menge des bernsteinsauren Alkali's nicht zu klein bei der relativ bedeutenden Menge von Chloralkalien, welche neben jenem krystallisiren, so kann man leicht auf Zusatz von Salzsäure die Krystallisation der Bernsteinsäure selbst erhalten. Nur wenn eine grössere dichte Masse von bernsteinsauren Alkali-Krystallen plötzlich von concentrirter Säure zersetzt wird, pflegt sich die Bernsteinsäure an Ort und Stelle sofort auszuscheiden, und dann fast immer in dünnen, mehr oder weniger geschichteten, unregelmässig sechsseitigen oder rhombischen Tafeln, die sich auch oft auf der Kante stehend

zeigen; diese augenblickliche, bei der Zersetzung des Salzes an dessen Platz auftretende, sehr charakteristische Krystallisation der Bernsteinsäure ist oft, wenn nicht sehr viel Bernsteinsäure zugegen ist, nur eine vorübergehende, die sich wieder auflöst, um erst später an anderer Stelle und in anderer Weise wieder zu erscheinen. Bei dieser spätern allmäligen Ausscheidung aus jenem Extract, auf welche (im Sommer) oft Stunden lang gewartet werden musste, pflegt die Bernsteinsäure mehr langgestreckte, fast nadelförmige rhombische Tafeln oder Plättchen zu bilden, geschichtet, zu Büscheln vereinigt, sehr oft in der Form, wie der Querschnitt eines aufgeschlagenen Buches mit vielen beiderseits sich aufrichtenden Blättern. Allen den verschiedenen Formen, mit welchen sich die Bernsteinsäure aus dem Harn ausscheidet, begegnet man auch leicht bei häufiger Untersuchung der Krystallisation reiner Bernsteinsäure unter verschiedenen Umständen. Sobald es die aus dem menschlichen Harn zu gewinnenden Mengen der Säure zuliessen, wurde auch die Prüfung auf die charakteristischen Reactionen derselben angestellt, so besonders die Sublimation der unzersetzten Säure beim Erhitzen ihres Salzes mit saurem schwefelsauren Kali, dabei die nicht leicht zu verkennende Wirkung ihres Dampfes auf die Nasen- und Schlundschleimhaut, die Fällung des bernsteinsauren Baryts durch Chlorbaryum mit Ammoniak und Weingeist, die Fällung des bernsteinsauren Eisenoxyds durch neutrale Eisenchloridlösung.

Im Allgemeinen ist die Untersuchung des menschlichen Harns auf kleinere Mengen von Bernsteinsäure mehr erschwert, als die des Harns von Thieren, wegen der grossen Menge von Chloralkalien, welche zum grossen Theil mit dem bernsteinsauren Alkali durch Alkohol gefällt werden. Dieser Niederschlag verhält sich eigenthümlich bei Gegenwart von bernsteinsaurem Alkali; für gewöhnlich, bei Abwesenheit von bernsteinsaurem Salz, ist er nicht sehr reichlich, körnig und trocken, bei Gegenwart des bernsteinsauren Alkali's dagegen ist er reichlicher, mehr flockig und sehr klebrig, auch dunkler gefärbt. Endlich pflegt der Alkoholniederschlag unter den Umständen, unter welchen Bernsteinsäure im Harn auftritt, auch zugleich grössere Mengen von harnsaurem Alkali, als gewöhnlich, zu enthalten, namentlich dann, wenn die Bernsteinsäure-Ausscheidung im Harn beginnt; hierauf komme ich unten zurück.

---

1. Versuch mit Fettdiät.

Es wurde fünf Tage lang Nachmittags ein halbes Pfund Butter mit etwas Brod genossen, während sonst die gewöhnlichen Nahrungsmittel eingenommen wurden unter Ausschluss aller solcher (vegetabilischer), in denen Körper enthalten sind, von denen man weiss, dass sie unter Umständen in Bernsteinsäure sich verwandeln können, auch wurde an den verschiedenen Tagen möglichst gleichmässige Diät und Lebensweise eingehalten. (Diese selbstverständlichen Massregeln wurden auch bei allen späteren Versuchen befolgt.)

Es erschien nicht nothwendig, bei diesem Versuch, bei welchem es darauf abgesehen war, den Organismus für eine gewisse Zeitdauer auf grössern Fettgehalt zu setzen, sämmtlichen Harn zu untersuchen: es wurde nur der über Nacht gebildete, am Morgen entleerte Harn untersucht. Vor Beginn der reichlichen Fettzufuhr enthielt der Harn keine Bernsteinsäure; an den beiden folgenden Tagen, also nach zweimaliger Einfuhr der genannten grössern Fettmenge fand sich auch noch kein bernsteinsaüres Salz im Harn. Am dritten Tage und von da an zunehmend zeigte der, wie oben angegeben, hergestellte Alkoholniederschlag die vorher genannte charakteristische Beschaffenheit, und es fand sich im Harn der dritten Nacht wenig bernsteinsaures Alkali, mehr im Harn der vierten Nacht und eine bedeutende Menge in dem der fünften Nacht. Wahrscheinlich würde die Menge der Bernsteinsäure im Harn noch zugenommen haben, wenn die starke Fettzufuhr fortgesetzt worden wäre, was aber (im Sommer) wegen sich einstellender Verdauungsstörungen nicht wohl ausführbar war.

Das Ergebniss des Versuchs stimmt mit dem von Meissner und Jolly beim Hunde beobachteten überein; dem Hunde konnten relativ viel bedeutendere Fettmengen und durch weit längere Zeit fortgesetzt einverleibt werden, daher bei diesem Thier grössere Mengen von Bernsteinsäure im Harn erhalten wurden. Dass erst nach Einverleibung eines gewissen Fettüberschusses die Bernsteinsäure im Harn erschien, stimmt mit den am Hunde gemachten Erfahrungen überein.

2. Versuche mit saurem äpfelsauren Kalk.

In einem ersten Versuche wurden an zwei Tagen hintereinander Abends jedes Mal 20 Grms. des äpfelsauren Kalks genommen, nachdem constatirt war, dass der Harn unmittelbar vorher keine Bernsteinsäure enthielt. Sämmtlicher Harn,

nach den Tageszeiten abgetheilt, wurde untersucht. Merkliche Mengen von Bernsteinsäure erschienen erst in dem am Morgen nach der zweiten Einfuhr des Salzes entleerten Harn; im Harn des folgenden Tages fand sich viel Bernsteinsäure, deren Menge im Harn des folgenden Tages wieder abnahm.

In einem zweiten Versuche wurden auf ein Mal 30 Grms. äpfelsauren Kalks Abends genommen, nachdem die Abwesenheit der Bernsteinsäure im Harn vorher constatirt war. Erst am zweiten Abend nachher erschien bernsteinsaures Salz im Harn in kleiner Menge, sehr viel fand sich in dem darauf über Nacht gebildeten, am folgenden Morgen entleerten Harn, eine geringere Menge in dem Mittags entleerten Harn, und von da an konnte wieder keine Bernsteinsäure im Harn entdeckt werden.

Das Ergebniss dieser Versuche bestätigt gleichfalls für den Menschen das beim Kaninchen und beim Hunde Beobachtete (a. a. O.). Auffallend ist das verhältnissmässig späte Erscheinen der Bernsteinsäure im Harn, doch wird sich dafür unten die Erklärung mit Wahrscheinlichkeit ergeben. Dasselbe sodann, was Meissner in Bezug auf die relative Menge der im Harn des Hundes nach Einfuhr von äpfelsaurem Kalk erscheinenden Bernsteinsäure hervorhob (Göttinger Nachrichten a. a. O. p. 185), muss noch mehr für den Menschen hervorgehoben werden, dass nämlich im Verhältniss zu den sehr bedeutenden Mengen der einverleibten Aepfelsäure die Gesammtmenge der Bernsteinsäure, die im Harn erschien, klein war, wie das mit Sicherheit auch ohne die vor der Hand nicht wohl ausführbaren quantitativen Bestimmungen geschätzt werden konnte. Es scheint daher beim Menschen wie beim Hunde ein Theil der an Kalk gebunden eingeführten Aepfelsäure dasselbe Schicksal zu haben, wie die an Natron gebundene Aepfelsäure, welche, gleich anderen an Alkali gebundenen Pflanzensäuren, im Körper zu Kohlensäure verbrennt, wie das von Meissner beim Kaninchen noch besonders constatirt wurde (a. a. O.).

Es ist nun weiter bemerkenswerth, dass ebenso wie beim Hunde, auch beim Menschen dann, wenn es in der Zufuhr darauf angelegt wurde, dass Bernsteinsäure im Harn erscheinen sollte, zugleich auch viel harnsaures Alkali erschien, wie oben schon bemerkt wurde. In einem solchen Falle habe ich die Menge der harnsauren Salze bestimmt und dieselbe 4 bis 5 Mal grösser gefunden, als sie um dieselbe Tageszeit in gewöhnlichem Harn zu sein pflegte; zugleich betrug die Harnstoffmenge nur 1,7 %, während sie in dem entsprechenden

—

Harn vom Tage vorher bei nahezu gleicher Menge desselben 2,4 % betrug. Auf diese eine den Harnstoff betreffende Wahrnehmung soll kein Gewicht gelegt werden; die Zunahme der Harnsäure aber beim Auftreten der Bernsteinsäure zeigte sich stets, und zwar sowohl dann, wenn die Bernsteinsäure durch Oxydation von Fett entstand, als auch dann, wenn sie ihren Ursprung in Aepfelsäure hatte. Im letztern Falle setzt das Entstehen der Bernsteinsäure einen Reductionsprocess voraus, und daher könnte es auf den ersten Blick räthselhaft erscheinen, dass auch unter diesen Umständen eine Vermehrung der Harnsäure auftritt, wie dann, wenn viel Fett mehr oder weniger vollständig, zum Theil zu Bernsteinsäure, oxydirt wird. Die von Meissner ausgesprochene Vermuthung aber, dass die Zunahme der Harnsäure darauf beruhen werde, dass eine grössere Menge leichter oxydirbare Substanz im Körper ist, rechtfertigt sich auch für den zweiten Fall, eben deshalb, weil ein solches Missverhältniss besteht zwischen der Menge der eingeführten Aepfelsäure und der der ausgeführten Bernsteinsäure, ein Missverhältniss, welches darauf hinweist, dass viel Aepfelsäure oxydirt wird. Mit dieser Auffassung scheint es auch übereinzustimmen, dass ich die Steigerung der Harnsäuremenge besonders zu der Zeit des ersten Auftretens der Bernsteinsäure im Harn beobachtete, wie es scheint dann, wenn im Organismus das Aeusserste zur Oxydation der Aepfelsäure geschehen ist, und der Rest als Bernsteinsäure zum Vorschein kommt. Hierauf wird durch die unten folgenden Beobachtungen über den Ort, wo die an Kalk gebundene Aepfelsäure in Bernsteinsäure verwandelt wird, einiges weitere Licht geworfen werden.

3. Versuche mit Asparagin.

Zu den Körpern, welche unter denselben Umständen sich ausserhalb des Organismus in Bernsteinsäure verwandeln, wie die an Kalk gebundene Aepfelsäure, nämlich unter der Wirkung von Fermenten, gehört das dem Amid des Aepfelsäureradicals isomere Asparagin. Es war von vorn herein sehr wahrscheinlich, dass das Asparagin diese Umwandlung auch im menschlichen Organismus (sc. Darmkanal, s. unten) erleiden würde, zumal Lehmann schon angegeben hatte, dass das eingeführte Asparagin im Harn nicht wiederzufinden sei. Ich habe statt reinen Asparagins Versuche mit Spargel angestellt, doch werden unten anderweitige Versuche mit reinem Asparagin berichtet werden, welche eine hier etwa empfundene Lücke vollkommen ausfüllen.

Nachdem Mittags ein Pfund Spargel gegessen war, erschien am Abend des folgenden Tages bernsteinsaures Alkali in reichlicher Menge; in dem über Nacht gebildeten Harn fand sich eine noch grössere Menge. In der folgenden Harnportion fehlte die Bernsteinsäure ebenso, wie sie vor dem Spargelgenuss und in dem in den ersten 24 Stunden nach dem Genuss desselben entleerten Harn gefehlt hatte. In einem zweiten Versuch fand sich gleichfalls etwa 36 Stunden nach dem Spargelgenuss reichlich Bernsteinsäure im Harn; die Dauer des Vorkommens konnte dies Mal nicht bestimmt werden.

Wie schon bemerkt, kann mit Rücksicht auf den unten berichteten Versuch mit reinem Asparagin nicht daran gezweifelt werden, dass die nach Spargelgenuss reichlich im Harn erscheinende Bernsteinsäure zum grössten Theil wenigstens aus dem Asparagin entsteht; da aber in dem Spargel auch Aepfelsäure (in geringer Menge) enthalten ist, so könnte, falls diese an Kalk gebunden ist, ein kleiner Theil der Bernsteinsäure auch von dieser herrühren.

Das Asparagin kommt, wie bekannt, unter den als Nahrungsmittel gebrauchten Vegetabilien auch in der Kartoffel und in der Schwarzwurzel (Scorzonera hispanica) vor, und es ist daher zu erwarten, dass nach Genuss derselben, so wie auch nach dem der Althäawurzel, Bernsteinsäure im Harn erscheint. Da die Kartoffel meistens zur täglichen Nahrung gehört, so sollte die Bernsteinsäure auch sich meistens im Harn finden: wahrscheinlich aber gehört die Einfuhr einer grössern Quantität Kartoffeln dazu, um einen merklichen Gehalt an Bernsteinsäure in den Harn zu liefern; ich habe darüber keine Versuche angestellt.

Wenn Bernsteinsäure aus Fett entsteht, so liegt ein Oxydationsprocess vor, wie denn durch Behandeln mit Salpetersäure Bernsteinsäure aus verschiedenen Fettsäuren dargestellt wird. Dass die Bildung der Bernsteinsäure aus Fett im thierischen Körper, sofern dies ein Oxydationsprocess ist, im Blute oder innerhalb von Geweben stattfindet, als ein eigentlicher Stoffwechselprocess unter Mitwirkung der rothen Blutkörper, wird kaum einem Zweifel unterliegen. Dagegen beruhet die Bildung der Bernsteinsäure aus Aepfelsäure, so wie aus Weinsäure auf einem Reductionsprocess, welcher entweder direct durch ein reducirendes Agens, Jodwasserstoff eingeleitet werden kann, oder aber, wie früher bekannt wurde, bei Gegenwart faulender Eiweisskörper stattfindet, vorausgesetzt, dass

die Säure an Kalk gebunden ist, unter denselben Umständen, unter denen auch fumarsaurer und maleinsaurer Kalk unter Wasserstoffaustritt Bernsteinsäure liefern, so wie auch das Asparagin. Es lag deshalb in der That die von Meissner angedeutete Vermuthung nahe, es möchte die nicht auf Oxydation beruhende Bildung von Bernsteinsäure im Organismus schon im Verdauungskanal stattfinden.

Zur Prüfung dieser Vermuthung wurden mit einigen hierher gehörigen Körpern Verdauungsversuche angestellt mit künstlichem Magensaft theils unter Zugabe von zu verdauendem Eiweiss, theils ohne solches. Das Pepsin war in Verein mit 0,2 % Salzsäure sehr kräftig wirksam zur Verdauung von Eiweisskörpern. Die Gemische wurden in der Brütemaschine 24 Stunden und länger bei etwa 37° C. digerirt, dann filtrirt, neutralisirt, wobei das aus zugegebenem Eiweiss gebildete Parapepton gefällt wurde; das neutrale Filtrat wurde eingedampft, mit Alkohol gefällt und der Niederschlag auf bernsteinsaures Alkali geprüft.

1. Versuche mit saurem äpfelsauren Kalk.

Das dem Gemisch beigegebene Eiweiss wurde nicht so reichlich verdauet, wie es derselbe künstliche Magensaft ohne Beimischung des äpfelsauren Kalks that, offenbar in Folge davon, dass an die Stelle eines Theiles der freien Salzsäure Aepfelsäure getreten war. Nach der 24stündigen Digestion wurde das Filtrat mit Kali neutralisirt, im concentrirten Filtrat mit Alkohol ein Niederschlag erhalten, aus dem, in Wasser gelöst, bernsteinsaures Kali in dünnen Plättchen in grosser Menge krystallisirte, aus welchen auf Zusatz von Salzsäure die schönsten Bernsteinsäure-Krystalle erhalten wurden.

Es wurden noch zwei Versuche mit äpfelsaurem Kalk angestellt, der eine unter Zugabe von Eiweiss, der andere ohne dasselbe, um zu sehen, ob das Stattfinden von Eiweissverdauung von Einfluss auf die Umwandlung der Aepfelsäure sei. Die Constitution des künstlichen Magensaftes war natürlich in beiden Versuchen genau gleich, so wie auch die Menge desselben und des äpfelsauren Kalks. Die nach 18stündiger Digestion vorgenommene Untersuchung ergab Bernsteinsäure in beiden Versuchen, mehr jedoch da wo zugleich Eiweiss verdauet wurde.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass das Magensaftferment für sich allein auf die Aepfelsäure wirkt, dass aber bei Gegenwart eines durch das Ferment in Umwandlung,

Verdauung, versetzten Eiweisskörpers die Wirkung noch energischer erfolgt.

2. Versuch mit weinsaurem Kalk.

Da mit der Weinsäure, die zu der Bernsteinsäure in sehr ähnlicher Beziehung steht, wie die Aepfelsäure, kein Einverleibungsversuch angestellt worden war, so sollte ein Versuch mit künstlichem Magensaft zugleich einen Versuch jener Art ersetzen. Der weinsaure Kalk wurde mit dem, wie früher aus Pepsin und 0,2 % Salzsäure bestehenden künstlichen Magensaft unter Beigabe von Eiweiss 36 Stunden lang digerirt. Der schwer lösliche weinsaure Kalk hatte sich nicht vollständig aufgelöst; das Eiweiss war grösstentheils verdauet. In Lösung fand sich reichlich Bernsteinsäure.

3. Versuche mit Asparagin.

Es wurden zunächst wieder zwei Versuche neben einander angestellt, beide ganz gleichmässig bis auf den Unterschied, dass dem einen Gemisch Eiweiss zugegeben wurde, dem andern nicht. Nach 20stündiger Digestion fand sich in der Flüssigkeit, in der zugleich Eiweiss verdauet worden war, kein Asparagin mehr, dagegen viel Bernsteinsäure; in der andern Flüssigkeit, welcher kein Eiweiss zugegeben war, fand sich sogar nach länger fortgesetzter Digestion noch Asparagin, daneben auch Bernsteinsäure. Hier zeigte sich also wieder, wie beim äpfelsauren Kalk, sehr deutlich die Wirkung davon, dass das Magenferment in die Lage versetzt worden war, seine Hauptwirkung, Umwandlung, Verdauung eines Eiweisskörpers auszuüben: in diesem Falle ging die Umwandlung des Asparagins viel rascher vor sich, als wenn das Magenferment allein auf das Asparagin wirkte.

Da bekanntlich das Magenferment, sofern darunter die auf Eiweisskörper wirksame Substanz verstanden wird, nicht durch das Pepsin für sich allein gebildet wird, sondern durch Pepsin und Salzsäure (welche letztere einigermassen durch einige andere Säuren ersetzt werden kann), so konnte die Frage entstehen, ob zur Einleitung der hier interessirenden, zur Bernsteinsäurebildung führenden Umwandlungen vielleicht das Pepsin für sich allein, ohne Säure, auch schon geschickt sei. Asparagin eignet sich für einen darauf bezüglichen Versuch. Ich habe denselben angestellt: es wurde Asparagin mit wässriger Pepsinlösung digerirt, und es entstanden grosse Mengen von

Bernsteinsäure. Das Pepsin erwies sich also hier für sich allein als ein zur Umwandlung des Asparagins höchst wirksames Ferment. Es konnte wegen der bei der Digestion entstandenen trüben Beschaffenheit der Flüssigkeit der Zweifel entstehen, ob es sich nicht vielleicht einfach um Fäulniss des Pepsins handelte, so dass die Umwandlung des Asparagins doch nicht einer besondern Wirkung des Pepsins als solchen zuzuschreiben gewesen wäre, indessen wurde dieser Verdacht sofort beseitigt durch das Resultat eines zugleich mit jenem angestellten Versuchs, in welchem Asparagin mit Speichel digerirt worden war. Hier nämlich war entschieden faulige Zersetzung eingetreten und dennoch fand sich sehr viel unverändertes Asparagin, nur sehr wenig Bernsteinsäure.

Für die Vorgänge im Organismus wird die zuletzt erörterte Frage natürlich nicht praktisch; denn im Magen ist unter normalen Verhältnissen das Pepsin stets von freier Säure begleitet, und die vorhergehenden Versuche zeigen, dass unter diesen Umständen, und ganz besonders sofern zugleich der eigentliche Verdauungsprocess im Magen im Gange ist, die an Kalk gebundene Aepfelsäure und Weinsäure so wie das Asparagin sehr leicht die Umwandlung in Bernsteinsäure erleiden.

Es kann somit wohl als erwiesen angesehen werden, dass die im thierischen Körper stattfindende, auf Reduction beruhende Bildung der Bernsteinsäure aus Aepfelsäure (und Weinsäure) so wie die Bildung derselben aus dem Amid des Aepfelsäureradicals, des Asparagins, im Magen, im Darmkanal schon stattfindet.

Es ergiebt sich nun auch, worauf oben verwiesen wurde, mit Wahrscheinlichkeit die Erklärung dafür, dass in den beim Menschen angestellten Versuchen die Bernsteinsäure verhältnissmässig so spät nach dem Genuss der Muttersubstanzen, und bei Aepfelsäuregenuss in verhältnissmässig so kleiner Menge im Harn erschien, namentlich auch gegenüber dem rascheren Auftreten bei Thieren. Die Thiere, besonders auch der Hund, hatten den äpfelsauren Kalk zugleich mit einer reichlichen Mahlzeit einverleibt erhalten, während ich die Aepfelsäure Abends nach einer äusserst mässigen Mahlzeit einführte. Beim Hunde kam also die Aepfelsäure sofort unter die der Umwandlung in Bernsteinsäure günstigsten Bedingungen, während in meinem Magen die Bedingungen dazu viel ungünstiger waren. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, dass im ganz nüchternen Zustande die Umwandlung im Magen gar nicht stattfindet. Wenn nun demnach der äpfelsaure Kalk nach der Einfuhr grossentheils wahrscheinlich zunächst unverändert blieb, viel-

leicht erst bei der nächsten reichlichen Mahlzeit die Bernsteinsäurebildung wesentlich stattfand, so würde sich das späte Erscheinen der letztern im Harn erklären, und wenn man weiter annimmt, dass inzwischen der äpfelsaure Kalk zum Theil Gelegenheit fand, allmählich den Kalk gegen Alkali auszutauschen, in welchem Falle Aufsaugung des leicht löslichen Salzes stattgefunden haben würde, so würde sich erklären, wie ein grosser Theil der Aepfelsäure der Umwandlung in Bernsteinsäure entging, wahrscheinlich oxydirt wurde, weil die an Alkali gebundene Aepfelsäure im Körper der Oxydation unterliegt. Eine merkliche Wirkung solcher Oxydation auf die Reaction u. s. w. des Harns kann nicht erwartet werden, weil die vorausgesetzte Bildung von äpfelsaurem Alkali jedenfalls nur nach und nach, bei Kleinem stattfinden konnte.

Ueber die Membrana orbitalis der Säugethiere und über glatte Muskeln in der Augenhöhle und den Augenlidern des Menschen.

Von

Dr. **Theodor Harling** in Göttingen.

Im IX. Bande der Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg pag. 244, Jahrgang 1858, sowie in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von demselben Jahre Bd. IX. pag. 541 findet sich eine kurze Mittheilung des verstorbenen Prof. H. Müller zu Würzburg über verschiedene bisher noch nicht beschriebene glatte Muskeln an den Augen des Menschen und der Säugethiere. Der eine — M. orbitalis M. — soll beim Menschen in der Fissura orbitalis inf. sowie an der Decke der Augenhöhle liegen, bei Thieren dagegen als muskulös-elastische Orbitalhaut eine bedeutend mächtigere Entwicklung zeigen. Ausserdem kommen nach Müller's Angaben beim Menschen sowohl wie bei vielen Säugethieren nicht unbeträchtliche glatte Muskelfasern in den Augenlidern vor — M. palpebralis sup. und inf. M. — sowie sich endlich auch beim Menschen als Analogon der Nickhautmuskeln der Säugethiere schwache gegen die Plica semilunaris verlaufende Bündelchen finden sollen. Am Schlusse der Mittheilung wird auf eine demnächstige ausführlichere Darstellung der erwähnten Muskeln verwiesen.

Die Erfüllung dieses Versprechens ist dem der wissenschaftlichen Welt zu früh entrissenen Forscher leider nicht möglich gewesen und bei dem Interesse, das die Auffindung

eines neuen Gewebstheils in der in anatomischer Beziehung sonst bis in die verborgensten Winkel durchforschten menschlichen Augenhöhle nothwendig erregt, habe ich es, zugleich einem Wunsche des Herrn Obermedicinalraths Henle entsprechend, dem ich für das mir gütigst zur Disposition gestellte Material sowie die Vergünstigung, unter seinen Augen arbeiten zu dürfen, hiermit meinen Dank zu sagen mir erlaube, im Folgenden unternommen, eine auf mikroskopische Untersuchungen gestützte genauere Darstellung der erwähnten Muskeln zu liefern. Ich bemerke dabei gleich im Voraus, dass, da mein Zweck hauptsächlich darauf hinausläuft, die für die menschliche Anatomie interessanten Angaben Müller's einer genaueren Prüfung zu unterziehen, und meine Zeit mir ausserdem nicht erlaubte, meinen Untersuchungen eine allzuweite Ausdehnung zu geben, ich mich in Betreff der bei Säugethieren obwaltenden Verhältnisse auf eine genauere Verfolgung der Anatomie der sogen. Membrana orbitalis beschränkt habe, während ich eine Untersuchung der Augenlider von Säugethieren hinsichtlich des Vorkommens organischer Muskelfasern in ihnen gänzlich ausser Acht gelassen habe. Eine besondere Berücksichtigung der Membr. orbital. erschien mir aber auch von meinem Standpunkte aus deshalb geboten, weil die beim Menschen an der Wand der Augenhöhle vorkommenden, der Periorbita eingewebten Muskelfasern nur als ein den veränderten Verhältnissen der knöchernen Orbita entsprechender schwacher Ueberrest einer bei den Säugethieren in viel stärkerem Maasse entwickelten Bildung erscheinen, ein richtiges Verständniss derselben also nur durch die Betrachtung der auf einer höhern Entwicklungsstufe stehenden anatomischen Verhältnisse ermöglicht werden kann, während hingegen in Bezug auf die Augenlider — ausgenommen die stärkere Entwicklung der beim Menschen auf eine ganz schwache Hautduplicatur zusammengeschrumpften, völlig bedeutungslos gewordenen Membrana nictitans — keine wesentlich anderen Verhältnisse bei Säugethieren und bei Menschen obwalten.

Der Gang der Darstellung wird ein derartiger sein, dass ich in einem ersten Abschnitte die Membr. orbital. und die ihr entsprechende Bildung beim Menschen abhandeln werde, in einem zweiten die Anatomie der glatten Muskeln der menschlichen Augenlider; drittens endlich werde ich anhangsweise die physiologische Bedeutung der ermittelten anatomischen Thatsachen darzulegen versuchen.

---

1. Anatomie der Membrana orbitalis und des entsprechenden M. orbitalis des Menschen.

Die Augenhöhle der Säugethiere zeigt in Bezug auf ihre Gestalt keine wesentlichen Abweichungen von der menschlichen Form. Sie stellt, wie diese, einen Hohlkegel, einen Trichter mit im Allgemeinen immer nach vorn und aussen gerichteter Basis und demgemäss nach hinten und innen gekehrter Spitze dar, dessen Lage im Raum allerdings vermöge der von der menschlichen verschiedenen Neigung des Schädels gegen den Horizont in der Weise eine veränderte wird, dass die beim Menschen ziemlich horizontal verlaufende Achse des Kegels eine mehr verticale Richtung annimmt und die sonst als obere bezeichnete Wand eine mehr nach vorn gerichtete, die untere eine mehr hintere Stellung erhält, die Basis mehr nach unten gekehrt erscheint. Ich werde indessen der Bequemlichkeit und der leichtern Vergleichung mit den menschlichen Verhältnissen halber die dort gebräuchlichen Benennungen: obere, äussere (laterale), untere und innere (mediale) Wand etc. beibehalten, die Augenhöhle also in einer Stellung beschreiben, wie sie etwa dem Beobachter an einem von der Wirbelsäule getrennten und vor ihm auf den Tisch gestellten Schädel erscheint.

Die so ihrer Lage nach bestimmte Augenhöhle zeigt nun aber rücksichtlich ihrer Begrenzungen eine von der menschlichen erheblich abweichende Bildung. Ihre Wände werden nur zum Theil von Knochenflächen gebildet. Nur die innere Wand ist in allen Fällen vollständig knöchern; die knöcherne Begrenzung der obern, äussern und untern Wand beschränkt sich in den meisten Fällen auf einen der innern Wand seitlich angefügten, die Basis des Kegels umgreifenden, mehr oder weniger breiten Knochenring, dessen Innenfläche unten dem Thränen- und Oberkieferbein, aussen der auch noch einen verschieden grossen Theil des untern Umfanges bildenden medialen Fläche des Jochbeins angehört und in diese ohne Unterbrechung übergeht; oben wird der Ring entweder durch die sich zu dem sog. Supraorbitalbogen vereinigenden Orbitalfortsätze (Proc. zygomatico-orbital. resp. fronto-orbital.) des Stirn- und Jochbeins vollständig knöchern geschlossen (alle Wiederkäuer, Einhufer etc.), oder in dem Falle, dass sich die genannten Fortsätze nicht erreichen, durch ein die Enden beider verbindendes starkes fibröses Band (Lgt. supraorbitale) vervollständigt (Schwein, Hunde-, Katzengeschlecht).

Streng genommen existirt deshalb am knöchernen Schädel gar keine Augenhöhle; man kann nur von einer Augenhöhlen-

grube, Fossa orbitalis, sprechen, die sich mit der Schläfengrube zu einer gemeinschaftlichen, fast die ganze Seitenfläche des eigentlichen Hirnschädels von dem hintern Ursprunge des Jochbogens an einnehmenden Fossa orbito-temporalis vereinigt.

Die Augenhöhlengrube wird zur Augenhöhle vervollständigt und damit von der Schläfengrube getrennt durch eine Membran, die Membr. orbitalis, die im Wesentlichen als eine Fortsetzung der die knöcherne Wand auskleidenden Beinhaut anzusehen ist.

Ihre Lage und Form ergiebt sich zum grössten Theil mit Nothwendigkeit aus dem oben über die Form und die knöcherne Begrenzung der Augenhöhle Gesagten.

Sie bildet, abgesehen von dem vorhin beschriebenen Knochenringe und einer zuweilen etwas stärkern Entwicklung des Proc. zygomatico-orbital. des Stirnbeins, stets die ganze äussere und obere und zuweilen auch die ganze untere Wand, während in anderen Fällen die ganze, im Verhältniss zum Menschen aber immer sehr kleine obere oder orbitale Fläche des Oberkieferkörpers mit zur Begrenzung des vordern Theiles der untern Wand verwendet wird (Wiederkäuer). Ihre Gestalt ist, wenn wir von der ihr als Theil eines Kegelmantels zukommenden Wölbung abstrahiren, die eines ziemlich gleichschenkligen Dreiecks mit etwas abgerundeten Ecken. Wir unterscheiden demnach an ihr drei Ränder, einen vordern und zwei seitliche, welche letztere beide der innern Wand der Augenhöhle angehören und gemäss ihrer Lage an dieser am besten als oberer und unterer Rand bezeichnet werden.

Der vordere, der Basis des Dreiecks entsprechende heftet sich an den hintern Umfang des beschriebenen Knochenringes, zieht sich, von der Wurzel des Proc. zygomatico-orbital. des Stirnbeins ausgehend, den hintern Rand des Supraorbitalbogens entlang und gelangt so auf die mediale Fläche des Jochbeins. Von hier aus verläuft er, der innern Wand der Augenhöhle zustrebend, entweder ziemlich hoch über dem Niveau der obern oder orbitalen Fläche des Oberkieferkörpers, dicht hinter dem äussern und untern, zum grössten Theile vom Jochbein gebildeten Theile des Augenhöhlenrandes (Hund), oder er wendet sich, für den Fall, dass der Oberkiefer mit zur Bildung des Bodens der Augenhöhle verwendet werden soll, von dem Ursprunge des Proc. fronto-orbital. des Jochbogens aus der Verbindung des obern oder besser hintern Randes desselben mit dem äussern hintern Rande der obern Fläche des Oberkiefers zu, geht, seine gerade Richtung verlierend, unter einem

rechten oder spitzen Winkel auf diesen über und gelangt so durch Vermittlung des letztern zur innern Wand der Augenhöhle, um, hier angekommen, in den untern Rand umzubiegen. Dieser, der eben gegebenen Darstellung gemäss mehr oder weniger weit vorn beginnend, hat einen geradlinigen Verlauf und vereinigt sich unter einem spitzen, etwas abgerundeten Winkel mit dem hintern Ende des obern Randes, der von dem Ursprunge des Proc. zygomatico-orbital. des Stirnbeins aus, wo er mit dem vordern Rande zusammentrifft, sich an eine in den meisten Fällen nur eben angedeutete, durch einige ganz schwache Knochenleistchen und Rauhigkeiten bezeichnete Linie heftet, die der Stelle entspricht, an welcher die nach aussen concave innere Wand der Augenhöhlengrube in die nach aussen convexe der Schläfengrube übergeht. Die Vereinigung beider Ränder geschieht am hintern Umfange einer in der hintersten Extremität der Augenhöhlengrube, lateralwärts und etwas nach hinten vom Foramen opticum gelegenen und von diesem oft nur durch ein ganz dünnes Knochenplättchen getrennten Oeffnung. Diese Oeffnung, die ich Foram. orbitale nennen möchte, das vordere Ende eines dem Keilbeinkörper angehörigen, die Schädelhöhle mit der Augenhöhle verbindenden und zuweilen mit dem Canal. rotundus verschmelzenden Kanals, entspricht dem hintern Theile der Incis. orbital. super. des Menschen.

Von den beiden Flächen der Membran wird die äussere, convexe, der Schläfengrube zugewandte oben und hinten durch die vermittelst lockern Bindegewebes an sie befestigte, häufig zum grössten Theil durch ein Fettpolster von ihr getrennte mediale Fläche des zum Proc. coronoid. des Unterkiefers herabsteigenden M. temporalis bedeckt; unten grenzt sie an den Ursprung des M. pterygoid. extern. Den von den Muskeln frei gelassenen Theil bedeckt das die ganze vordere Räumlichkeit der Schläfengrube zum grossen Theil ausfüllende Fett. Der innern concaven Wand liegen selbstverständlich die peripherischen Weichtheile der Augenhöhle, also zunächst Fett und Muskeln an.

Wenn ich eben die äussere Fläche der Membran schlechthin eine convexe, einem Kegelmantel entsprechende genannt habe, so ist das streng genommen nicht ganz richtig. Ungefähr an der Verbindung des vordern und mittlern Drittels ihrer Längsausdehnung findet sich eine über die ganze Breite der Membran sich erstreckende, mehr oder weniger stark ausgeprägte quere Einschnürung, auf die ich weiter unten zurückkommen werde.

Die Orbitalhaut ist von einem oder mehreren, der Lage nach variirenden und zum Ein- und Austritt von Gefässen und Nerven bestimmten Löchern durchbohrt.

Ueber die feinere anatomische Structur der Membr. orbital., die histologische Beschaffenheit der sie constituirenden Gewebe hat man verschiedene Ansichten gehabt. Sie wird in allen Werken über vergleichende Anatomie, und zwar mit Recht, als eine ihrer Grundlage nach wesentlich bindegewebige Membran, eine directe Fortsetzung der Beinhaut beschrieben.

Man hat nun aber schon vor längerer Zeit (Girard, Traité d'anatomie vétérinaire. Paris 1820. Tome II. pag. 453) die Beobachtung gemacht, dass die gleichartige Structur derselben durch Einschiebung eines fremdartigen Gewebes unterbrochen ist. Die Natur eben dieses Gewebes ist es, über welche die Ansichten der einzelnen Forscher auseinandergehen. Die Annahme, dass es muskulös sei, ist nicht neu. Schon Gurlt schreibt ihm in der 2. Auflage seines Handbuchs der vergleichenden Anatomie der Haussäugethiere (Berlin 1834) eine muskulöse Natur zu, beschreibt es aber nicht näher, und es ist wohl mehr als wahrscheinlich, dass seine Annahme eine ganz willkürliche, vielleicht nur aus teleologischen Rücksichten gefasste gewesen ist, um so mehr, da er es selbst in der 3. Auflage (1843) wieder für elastisches erklärt.

Eine speciellere Bearbeitung, der auch v. Siebold und Stannius (Lehrbuch der vergl. Anatomie. Berlin 1846. Bd. II. pag. 400) folgen, fand der in Rede stehende Gegenstand durch Bendz (Müller's Archiv. 1841. pag. 196 flg.). Dieser stellt das Vorhandensein von muskulösen Elementen in der Membr. orbital. gänzlich in Abrede und erklärt das eingeschobene Gewebe für ein ausschliesslich aus elastischen Faserzügen bestehendes.

Schliesslich wurde dann wieder neuerdings in der Eingangs erwähnten Notiz von H. Müller die muskulöse Beschaffenheit der Membran betont.

Ich hoffe, dass es mir gelingen wird, in dem Folgenden die Sache zu einer definitiven Erledigung zu bringen.

Wenn man die Membr. orbital. durch Entfernung des Unterkiefers, des Jochbogens, sowie der die Fossa temporal. und die Augenhöhle ausfüllenden Weichtheile in ihrem ganzen Umfange allseitig frei legt, so lassen sich die erwähnten Stellen, an welchen das fremdartige Gewebe in die Membran eingeschoben ist, schon bei auffallendem, besonders deutlich aber bei durchfallendem Licht und sowohl im frischen als im getrockneten Zustande durch ihr verschiedenes physikalisches

Verhalten, ihre grössere Undurchsichtigkeit und ihre mehr gelbliche Färbung mit Leichtigkeit erkennen. Die Anordnung und Form, in welcher sich dasselbe makroskopisch darstellt, zeigt bei den einzelnen Gattungen und Species der Säugethiere die mannigfachsten Verschiedenheiten. Besonders stark entwickelt ist es bei den Wiederkäuern, und da eine detaillirte Beschreibung, die sich auf eine grössere Reihe von Säugethieren ausdehnte, eine wenig fruchtbringende, aber sehr zeitraubende Arbeit sein würde, so werde ich mich darauf beschränken, eine eingehendere Schilderung, namentlich des mikroskopischen Befundes, bei einem Repräsentanten der erwähnten Familie, dem Schafe, zu geben.

Beim Schafe hat das eingeschobene Gewebe ungefähr die Gestalt einer Sanduhr, deren Achse, etwas weiter von der Spitze als von der Basis des Augenhöhlentrichters entfernt, dem Rande der Orbita ziemlich genau parallel verläuft und etwa der Stelle der oben erwähnten Einschnürung entspricht. Die beiden zur Achse senkrechten Begrenzungslinien beginnen vorn in gleicher Höhe, etwa $^1/_2$ Centim. vom vordern Rande der Membran entfernt, und laufen, sich stets ziemlich dicht am Knochen haltend, dem obern und untern Rand derselben entlang; die untere hat aber eine weit grössere, ungefähr die doppelte Länge als die obere, und reicht etwa bis zum hintern Viertel des untern Randes. Beide biegen in einer abgerundeten bogenförmigen Linie in die tief ausgeschnittene vordere und hintere Grenze über.

Ueber die histologische Beschaffenheit des Gewebes ergiebt die mikroskopische Untersuchung Folgendes.

In der unmittelbaren Nähe des Knochens zeigt die Orbitalhaut überall eine bindegewebige Structur. Die Fasern des Bindegewebes sind in der gewöhnlichen Weise zu gröberen und feineren Bündeln vereinigt, die aber fast durchgängig von einem ungewöhnlich reichen Netz elastischer Fasern umsponnen werden.

An manchen Stellen, so namentlich in den hintern untern Partien, findet sich ein ziemlich reichliches Fett in die Maschen desselben eingelagert.

Die rein bindegewebige Structur erhält sich, in Uebereinstimmung mit dem eben geschilderten makroskopischen Verhalten, beiderseits am längsten in der Richtung einer Linie, die man sich von der Spitze bis zur Mitte des vordern Umfanges der Membran gezogen denkt. Geht man von hier aus seitwärts, so verliert sich die rein bindegewebige Beschaffenheit um so rascher, je mehr man sich der innern Wand der

Augenhöhle nähert. In der Nähe des sogenannten obern und untern Randes der Membran verschwindet sie am schnellsten.

Verfolgen wir, um einen bestimmten Ausgangspunkt für unsere Darstellung zu gewinnen, die Structur in der Richtung einer der oben erwähnten Achse der sanduhrförmigen Figur, also auch dem vordern Knochenrande parallelen, diesem möglichst genäherten, aber doch noch ganz innerhalb des eingeschobenen Gewebes sich haltenden Linie von deren beiden Endpunkten aus, so sieht man am untern Ende derselben nur wenige Millimeter vom Knochen entfernt eine mit etwas zugeschärftem Rande beginnende, an Mächtigkeit bald zunehmende Schicht glatter Muskelfasern sich der äussern der Schläfengrube zugewandten Fläche der Membran auflegen. Ein kleiner Theil der Bindegewebszüge schiebt sich, in immer feinere Lamellen gespalten, zwischen die einzelnen Muskelbündel ein, dieselben durch sehr feine, auf dem Durchschnitt bei 270facher Vergrösserung fast noch lineär erscheinende Septa von einander trennend. Der bei weitem grössere Theil zieht sich fast ganz in der ursprünglichen Dicke als ein namentlich bei schwacher (50facher) Vergrösserung deutlich zu verfolgendes, scharf von der Muskelschicht geschiedenes Stratum an der Augenhöhlenfläche der Membran hin. Nähert man sich aber der Mitte, so wird die Membran, freilich nur auf eine kleine, etwa 3—4 Millim. im Durchmesser haltende Strecke eine rein muskulöse.

Die in ihrem Dickendurchmesser nach bedeutend verstärkte Muskelschicht verdrängt auch die bisher noch an ihrer innern Oberfläche als isolirte Lamelle zu verfolgende Bindegewebslage, deren Bündel sich zu gröberen und feineren intermuskulären Septis auflösen und die äussere und innere Oberfläche nur in einer zur Ausfüllung der Unebenheiten zwischen den einzelnen Muskelbündeln erforderlichen Stärke überziehen. Sehr bald indessen verliert die Muskelschicht wieder an Mächtigkeit; es zeigt sich ein ebenfalls wieder an der Augenhöhlenfläche beginnender, das Muskelstratum ungefähr in derselben Dicke wie oben begleitender, deutlich von ihr geschiedener Faserzug, der sich aber bei näherer Untersuchung nicht, wie dort aus Bindegewebe, sondern als wesentlich aus sehr breiten, vielfach mit einander anastomosirenden und in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden elastischen Fasern bestehend ausweist. An einzelnen Stellen erreicht das elastische Gewebe eine solche Mächtigkeit, dass es die Muskeln bis auf einzelne zerstreut zwischen ihm verlaufende Bündel gänzlich verdrängt, während an anderen wieder, gleichzeitig immer mit einer erheblichen

Verdickung der Membran, das Umgekehrte stattfindet. So zwischen bald mehr elastischen, bald mehr muskulösen Partien abwechselnd, erreicht der beschriebene Durchschnitt den obern Rand, um sich hier vermittelst eines fest verfilzten, mit feinen elastischen Fasern durchflochtenen Bindegewebes an den Knochen anzusetzen.

Denken wir uns den Durchschnitt parallel mit sich immer weiter nach vorn und hinten verschoben, so erhalten wir, so lange wir uns innerhalb der Grenzen des eingeschobenen Gewebes halten, im Wesentlichen immer dasselbe Bild. Nur ändert sich weiter nach hinten das Verhalten der einzelnen Gewebe zu einander insofern, als die rein muskulöse Partie sich allmälig erheblich verbreitert, sich über einen grossen Theil der Breite der ganzen Membran herübererstreckt, während gleichzeitig das elastische Gewebe, namentlich in der Nähe der oben gedachten Einschnürung, abgesehen von der unmittelbaren Nähe des Knochens, auch in den dem untern Rande zugewandten Abschnitte der Membran an die Stelle des Bindegewebes tritt und sich auch in seinem Verhalten zu den Muskeln insofern ändert, als es nicht allmälig vermittelst einer an der innern Oberfläche sich fortsetzenden Lamelle, sondern ziemlich plötzlich mit einzelnen sich zwischen die Muskelbündel und neben denselben eine kurze Strecke weit hinziehenden Faserzügen aufhört. Nach vorn zu ist die Sache gerade umgekehrt; das elastische Gewebe macht an dem obern Rande mehr dem Bindegewebe Platz, der rein muskulöse Abschnitt verschmälert sich und geht längs des vordern Randes, dem oben gegebenen makroskopischen Verhalten entsprechend am frühesten in der Mitte, in die rein bindegewebigen Partien ganz in derselben Weise wie an den Seitenrändern über, also so, dass sich beide Schichten, die muskulöse wie die bindegewebige, eine Strecke weit mit ziemlich parallelen Begrenzungsflächen, allmälig aber in umgekehrter Richtung sich verjüngend und mit einem ziemlich scharfen Rande endigend über einander schieben. Am hintern Rande ist der Uebergang ähnlich, aber weniger regelmässig.

Die Richtung der Muskelbündel anlangend, so kreuzen sich dieselben in zwei auf einander senkrechten Richtungen. Die einen — man könnte sie, die Membran zum vollständigen Kegelmantel ergänzt gedacht, als ringförmige bezeichnen — laufen dem Rande der Augenhöhle parallel und bilden die bei weitem überwiegende Anzahl. Die anderen — Längsbündel — finden sich nur an einzelnen Stellen in der Nähe des untern Randes in grösserer Anzahl vereinigt, während sie sonst, ob-

gleich sie an keiner Stelle ganz zu fehlen scheinen, die Ringmuskeln nur in einer gegen diese sehr zurücktretenden Menge durchflechten. Ihre relative Lage zu den Flächen der Membran ist keinen ganz bestimmten Gesetzen unterworfen; doch scheint es, als ob die Längsbündel nie unmittelbar an der innern Oberfläche derselben verlaufen, sondern stets durch eine Schicht Ringmuskeln von derselben getrennt sind.

Die Dicke der Muskelbündel ist eine verschiedene, aber in ziemlich engen Grenzen, etwa zwischen 0,05—0,1 Mm. schwankende. Ringförmige und Längsbündel zeigen in Bezug auf ihren Dickendurchmesser keine Abweichungen von einander.

Die Dicke der ganzen Membran ist an den einzelnen Stellen eine sehr verschiedene und richtet sich im Allgemeinen nach dem Reichthum von Muskelfasern an der betreffenden Stelle. In den rein bindegewebigen Partien nur vielleicht $^1/_5$ — $^1/_4$ Mm. dick, steigt ihre Mächtigkeit in allmäliger Zunahme bis auf 1 Mm. und selbst darüber in den rein muskulösen Theilen.

Ob die einzelnen Muskelbündel, wie das ja sehr häufig beobachtet ist, an ihren Enden in elastische Sehnen übergehen, kann ich nicht mit völliger Bestimmtheit behaupten, da es mir nicht gelungen ist, ein vollkommen beweisendes Präparat darzustellen. Ich halte es aber aus dem Grunde für wahrscheinlich, weil überall an den Grenzen des Muskelgewebes das Bindegewebe einen grossen Reichthum an elastischen Fasern zeigt.

Gegen die Annahme H. Müller's, dass die glatten Muskeln der Nickhaut als eine Fortsetzung des Orbitalmuskels anzusehen seien (Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. 1858. Bd. IX. pag. 541), wiederhole ich hier noch einmal die schon oben constatirte Thatsache, dass die Muskelfasern an keiner Stelle den Knochen erreichen und namentlich an dem vordern Rande, um den es sich hier ja besonders handeln würde, stets wenigstens einige Millim. von demselben entfernt bleiben. Ein directer Uebergang beider Muskeln in einander ist also unmöglich.

Die Nerven, welche den M. orbitalis versorgen, genauer zu verfolgen, hielt ich für überflüssig, da die von H. Müller in dieser Hinsicht ermittelten Thatsachen vollständig genügen. Er fand denselben von Nervenbündeln versorgt, welche fast durchaus feine und marklose, also sympathische Fasern führten und sich zum Theil anatomisch bis zum Gangl. sphenopalatinum verfolgen liessen.

Ich hoffe, die gegebene Beschreibung wird genügen, um sich ein klares Bild von den anatomischen Verhältnissen der Membr. orbitalis zu entwerfen. Dieselben kehren in ihren Hauptgrundzügen bei den verschiedenen Gattungen und Arten überall wieder; nur die Mächtigkeit des Muskelgewebes, die Anordnung und der Verlauf seiner Fasern sind eben so wie die analogen Verhältnisse des elastischen Gewebes mannigfachen, die Bedeutung und Wirkungsweise der Membran aber wenig oder gar nicht alterirenden Verschiedenheiten unterworfen.

Genauer untersucht habe ich sie noch beim Hunde. Hier ist das elastische Gewebe auf einen etwa $^1/_2$ Centim. breiten, längs des obern Randes von vorn nach hinten verlaufenden Streifen zusammengezogen. Die Muskelschicht ist viel weniger mächtig als bei den Wiederkäuern, etwa nur $^1/_3$ so dick, dagegen fast über die ganze Ausdehnung der Membran vertheilt. Auch die Dicke der einzelnen Muskelbündel ist etwas geringer als dort. Dieselben verlaufen fast sämmtlich ringförmig, nur ab und zu trifft man auf vereinzelte Längsbündel.

Beim Menschen hat das Vorkommen einer den Muskeln der Membr. orbital. der Säugethiere analogen muskulösen Bildung auf den ersten Blick etwas Unwahrscheinliches. Die Augenhöhle hat sich vollständig mit knöchernen Wänden umgeben; die Membr. orbital., bis dahin als einziger Verschluss eines grossen Theils derselben fungirend und dadurch für deren räumliche Verhältnisse von grosser Bedeutung, ist zur einfachen Periorbita, zur Beinhaut der knöchern gewordenen Wand herabgesunken und hat damit ihre Selbstständigkeit und ihre Bedeutung für die Augenhöhle gänzlich verloren. Muskulöse Elemente in einer solchen dem Knochen fest angehefteten, keiner Ortsveränderung oder Verkürzung in sich mehr fähigen Membran haben keinen Sinn. Man könnte einen Rest derselben höchstens an derjenigen Stelle vermuthen, wo die Beinhaut vor der Fissura orbital. inf. vorbeigeht, einer Spalte, die man von vergleichend anatomischem Standpunkte aus allerdings als Ueberrest des bei Thieren der knöchernen Begrenzung entbehrenden Theiles der Augenhöhlenwand ansehen muss, während man sie ohne Zuhülfenahme einer solchen Anschauungsweise ganz natürlich nur als eine überall in knöchern umschlossenen Höhlen in ähnlicher Weise vorkommende, zum Durchtritt von Gefässen und Nerven bestimmte Knochenlücke betrachten kann. Es ist deshalb auch sehr erklärlich, dass die hier in der That vorkommenden Muskelfasern bis auf die neueste Zeit dem spähenden Auge der Anatomen entgangen,

und sie würden es vielleicht noch länger geblieben sein, wenn man nicht durch die vergleichende Anatomie veranlasst wäre, danach zu suchen.

Den M. orbital. des Menschen kann man in seiner Lage am besten in der Weise zu Gesicht bekommen, dass man durch einen parallel mit der Decke der Orbita und dicht unter ihr geführten Sägeschnitt die Augenhöhle von oben her freilegt und nun sämmtliche Weichtheile mit Ausnahme der unterhalb des Sägeschnitts liegenden Periorbita herausnimmt.

Hat man dieses gethan, so sieht man längs der Stelle, wo die in den Boden der Augenhöhle umbiegende laterale Wand derselben durch die Fiss. orbital. inf. in ihrer Continuität unterbrochen wird, einen grauröthlichen, mehr der lateralen Wand angehörigen, etwa 3—4 Mm. breiten, gegen die Augenhöhle etwas prominirenden Streifen verlaufen, der, an dem vordern Ende der Fissur beginnend, sich längs dieser gegen die Spitze der Orbita hinzieht. Die schon durch dieses Verhalten sehr wahrscheinlich gewordene Vermuthung, dass die über die Fiss. orbit. inf. fortgehende Beinhaut eine andere Constitution besitze, als die übrige Periorbita, ein dieser fremdes Gewebselement (organ. Muskelfasern) in sich aufgenommen habe, wird durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt und zur Gewissheit erhoben.

Ein zu dieser sich eignendes Präparat wird man am besten in der Weise gewinnen, dass man durch zwei verticale, hinter der Spitze der Orbita in der mittleren Schädelgrube convergirende, sowie einen zweiten Horizontalschnitt, der, dem oben erwähnten parallel, durch das obere Ende des Sin. maxillar. geführt wird, die von oben geöffnete Orbita im Zusammenhange aus dem Schädel heraussägt, die Periorbita von der orbitalen Fläche des grossen Flügels des Wespenbeins abpräparirt und dann diesen vollständig entfernt. Man hat so, indem die zu untersuchende Stelle zum grossen Theil mit dem Knochen in Verbindung bleibt, namentlich wenn man, wie ich es gethan habe, an getrockneten Präparaten untersucht, den grossen Vortheil, dass man sich über die Richtung und den Verlauf der behufs der mikroskopischen Untersuchung geführten Schnitte sowie der in ihnen verlaufenden Gewebselemente mit Leichtigkeit auf's Genaueste orientiren kann.

Die mikroskopischen Durchschnitte gewähren ein dem Verhalten der Membr. orbital. ganz analoges Bild.

Die glatten Muskelfasern, schon ohne Anwendung von Reagentien zu erkennen, deutlicher durch die bekannten zur Auffindung und Bestimmung derselben gebräuchlichen chemischen

Hülfsmittel, deren Gebrauch in der vorliegenden Untersuchung ich am Schlusse noch mit einigen Worten berühren werde, sind am mächtigsten an dem hintern Ende der Fiss. orbital. inf. dort, wo sie anfängt in das untere Ende der Fiss. orbital. sup. umzubiegen. Hier ist von der ursprünglichen bindegewebigen Structur der Beinhaut kaum noch etwas zu erkennen; sie ist hier vollständig durch einen organischen Muskel ersetzt, dessen Dickendurchmesser dem der muskulös entwickeltsten Stellen der Membr. orbital. der Wiederkäuer nicht nachsteht (= 1 Mm. und darüber). Das Bindegewebe beschränkt sich auf sehr dünne, auch bei starker Vergrösserung (270) fast noch linear erscheinende Septa zwischen den einzelnen Muskelbündeln und eine ganz schwache Lage an der äussern und innern Oberfläche des Muskels.

In dieser Mächtigkeit, wie sie sich besonders am untern, dem Oberkiefer zugewandten Rande der bezeichneten Stelle findet, erhält sich der Muskel aber nur kurze Zeit. Nach oben und unten hin sich rasch verjüngend und namentlich am untern Rande der Fissur fast plötzlich aufhörend (nur ganz vereinzelte Bündel scheinen in die dem Boden der Augenhöhle und der Fossa spheno-maxillar. angehörende Beinhaut überzugehen), während nach oben hin die Muskelbündel sich doch noch einige Millimeter weit in die der Facies orbital. alae temporal. anliegende, wahrscheinlich lockerer angeheftete Beinhaut verfolgen lassen, erstreckt sich der Muskel nach vorn hin bis zum Abgange des Canal. infraorbital. noch in ziemlicher aber stetig abnehmender Mächtigkeit; von hier aus nimmt er zwar an Breite, dem grössern Durchmesser der Fissur entsprechend, zu, an Mächtigkeit aber sehr bald erheblich ab, beschränkt sich auf eine sehr dünne, der Dicke nach vielleicht nur aus 2—3 neben einander liegenden Bündelchen bestehende, zwischen zwei Bindegewebslamellen eingebettete Schicht und verliert sich am vordern Ende der Fissur schliesslich gänzlich. Nur wenige vereinzelte Bündel lassen sich eine kurze Strecke weit über dieselbe hinaus verfolgen. Nach hinten zu von der Stelle, von der wir bei unserer Schilderung ausgegangen waren, scheint der Muskel sehr bald seine Endigung zu erreichen; er lässt sich zwar noch eine kurze Strecke weit in den schon der Fiss. orbital. sup. mit angehörenden Theil verfolgen, scheint sich hier aber sehr rasch zwischen den diese Spalte ausfüllenden Gebilden zu verlieren.

Die Richtung seiner Fasern ist fast ausschliesslich der Längsausdehnung der Fiss. orbital. inf. parallel, nur an der Stelle, wo er seine grösste Mächtigkeit erreicht, also im

hintern und mittlern Abschnitt der Fissur, finden sich einzelne in der Querrichtung derselben verlaufende, zwischen die Längsbündel eingeschobene Faserzüge. An den Enden der Muskelfasern tritt überall ein sonst fehlendes reiches Netz elastischer Fasern auf, und ich glaube mit ziemlicher Sicherheit behaupten zu dürfen, dass wenigstens an ihrem vordern Ende die Muskelbündel überall in elastische Sehnen übergehen.

Die Dicke der Muskelbündel schwankt zwischen 0.05 und 0.1 Mm. und darüber.

Der Muskel als Ganzes betrachtet erscheint nach der eben gegebenen Beschreibung somit als eine in oder vielmehr von der innern Seite gegen die Fiss. orbital. inf. gelegte, hinten zugespitzte und zugleich dickere, vorn verbreiterte, aber viel dünnere, in die über die Fissur herübergehende Beinhaut eingeschobene oder vielmehr diese hier ersetzende Platte, deren Fasern, vielleicht zum Theil von der in der Fortsetzung der Fissur nach hinten gelegenen, den hintersten Abschnitt der innern Wand der Augenhöhle bildenden Seitenfläche des Wespenbeinkörpers unterhalb des Foram. optic. entspringend, anfangs mehr neben einander, später mehr über einander angeordnet, sich mehr oder weniger weit gegen das vordere Ende der Fissur erstrecken.

In Betreff der Innervation des Muskels gilt dasselbe wie das oben über den M. orbitalis der Säugethiere Gesagte.

Die Angabe H. Müller's über das Vorkommen von glatten Muskeln an der Decke der Orbita (Würzburg. Verhandlungen Bd. IX. pag. 244) konnte ich nicht bestätigen. Ich habe bei einer sorgfältigen Untersuchung weder hier noch an einer andern als der oben beschriebenen Stelle der Orbita Muskelfasern auffinden können. Auch dort, wo man sie vielleicht noch am ersten vermuthen könnte, an der Stelle, wo die Periorbita sich über den nach oben offenen Theil des von der Fiss. orbital. inf. ausgehenden Canal. infraorbital. herüber erstreckt, lassen sich keine Muskelfasern nachweisen.

2. M. palpebralis sup. und inf.

Bei der Beschreibung der glatten Muskeln der Augenlider beschränke ich mich aus dem Eingangs angeführten Grunde auf die menschliche Anatomie.

Eine richtige Anschauung von dem Verlaufe, der Anordnung etc. der in beiden Augenlidern unzweifelhaft vorkommenden glatten Muskeln zu gewinnen, ist nicht so ganz leicht. Einerseits wird die Untersuchung durch das beim Erwachsenen

stets in reichlichem Maasse zwischen den Muskelbündeln angehäufte Fett sehr erschwert, und andererseits scheinen die Muskeln selbst in vielen Fällen sehr früh fettig zu degeneriren. Bei Erwachsenen, selbst bei noch in ziemlich jugendlichem Alter stehenden und sonst kräftig entwickelten, nicht etwa an phthisischen Zuständen zu Grunde gegangenen Individuen habe ich in fast allen von mir untersuchten Fällen nur ganz schwache Reste einer glatten Muskulatur in den Augenlidern nachweisen können. Nur sehr wenige Bündel zeigten sich noch unverändert erhalten, bei anderen waren die Kerne molekulär zerfallen und die Muskelfasern selbst von einer Menge feiner Fetttröpfchen durchsetzt; bei weitem die grösste Mehrzahl liess sich aber nur noch durch die in einer der der Muskelbündel entsprechenden Breite reihenweise neben einander angeordneten Fetttröpfchen und die etwas gelbliche Farbe als Reste von Muskelbündeln erkennen.

Das günstigste Untersuchungsobject bieten die Leichen ganz kleiner Kinder. Bei ihnen zeigen die Muskeln einen völlig normalen Bau und ausserdem ist das die mikroskopische Untersuchung so sehr erschwerende Fett in viel geringerem Maasse vorhanden, so dass sie sich mit Leichtigkeit nachweisen und genauer verfolgen lassen.

Die Präparation der Augenlider zum Zwecke der mikroskopischen Untersuchung wird aber stets mit grosser Vorsicht auszuführen sein, da man sonst sehr leicht die an den meisten Stellen nur sehr dünne und makroskopisch ohne grosse Uebung kaum erkenntliche Muskellage mit entfernen würde. Man wird, wie sich aus der unten folgenden Beschreibung des Verlaufs der Muskelfasern von selbst ergiebt, am zweckmässigsten so verfahren, dass man rings um den Rand der Orbita einen Schnitt durch die Haut bis auf den Knochen führt und von hier aus in die Augenhöhle hineingehend sämmtliche Weichtheile derselben bis auf die Periorbita im Zusammenhange herausnimmt; dann werden die Cutis, das subcutane Fett und die Orbicularisfasern bis auf den obern resp. untern Rand der Tarsi abgetragen, der hinten abgeschnittene M. levator palp. sup. bis zum Ansatze der Conjunctiva an den Bulbus zurückpräparirt, das in dem Winkel zwischen Conjunctiva und Bulbus befindliche Fett vorsichtig entfernt und endlich der hintere Theil des Bulbus, soweit er nicht von der Conjunctiva überzogen wird, mit sämmtlichen an ihn sich ansetzenden Muskeln etc. fortgenommen.

Das ganze Präparat wird, nachdem man den von der Conjunctiva und der Cornea begrenzten Hohlraum mit Watte ausgestopft hat, an der Luft getrocknet.

An dem so erhaltenen Präparat, an dem also die Conjunctiva palpebr. einen in der Richtung der Augenaxe liegenden cylindrischen Hohlraum umschliesst, bemerkt man bei durchfallendem Licht in beiden Augenlidern eine namentlich in dem obern deutlich hervortretende und hier in der Fortsetzung des Levator palp. liegende Längsstreifung.

Beschäftigen wir uns zunächst genauer mit dem obern Augenlide, so gehen hier bekanntlich die animalischen Muskelfasern des M. levator an der Stelle, wo er ungefähr in der Mitte zwischen dem obern Rande des Tarsus und dem Anfange der Conjunct. bulbi unter einem spitzen Winkel mit der Conjunctiva zusammentrifft, in eine mit dem subconjunctivalen Bindegewebe ziemlich fest verwachsene membranartige Sehne über, die sich an den ganzen obern Rand des Tarsus ansetzt und demgemäss sich nach vorn zu fächerartig ausbreitet. Die innerhalb dieser aponeurotischen Ausbreitung der Sehne des Levator beobachtete Längsstreifung ist der optische Ausdruck für organische Muskelfasern, die, in der Fortsetzung der animalischen des Levator liegend, seine Sehne, und zwar mehr an ihrer untern Fläche, begleiten, also das merkwürdige Beispiel darstellen, dass ein glatter unwillkürlicher Muskel als unmittelbare Fortsetzung eines quergestreiften willkürlichen erscheint, anatomisch betrachtet gewissermassen mit als Sehne des letzteren fungirt.

Dass der glatte Muskel in der That eine unmittelbare Fortsetzung des Levator bildet, wird durch das Verhältniss seiner hintern Endigung zu der vordern des Levator bewiesen. Indem nämlich der muskulöse Theil des Levator sich zuerst an der untern Fläche des Muskels verliert, schieben sich die hintern Enden der hier eine ziemlich dicke Lage bildenden glatten Muskelfaserbündel so unter und zwischen die vordern Enden der quergestreiften Fasern, dass die obere und untere Fläche beider Muskelschichten continuirlich in einander übergehen. Besonders deutlich trat dieses Verhältniss an Präparaten hervor, die mit verdünnter Salpetersäure behandelt wurden. Diese hat bekanntlich die Eigenschaft, die organischen Muskelfasern intensiv gelbbraun zu färben, während die animalischen sich viel schwächer färben, dagegen ihre Querstreifung sehr deutlich hervortreten lassen.

Aus diesem Verhalten zum Levator lässt sich schon a priori vermuthen, dass die organische Muskelschicht des obern Au-

genlides sich nur an den Stellen des Augenlides finden wird, wo das subconjunctivale Bindegewebe durch die mit ihr verschmelzende aponeurotische Sehne des Levator verstärkt wird. So ist es auch in der That. Hinten an der Stelle, wo eben die animalischen Muskelfasern des Levator aufhören, in einer der des Levator gleichen Breite und in ziemlicher Mächtigkeit beginnend, weichen die Muskelbündel nach vorn zu, dem Verlaufe und der Ausbreitung der Aponeurose des Levator folgend, ebenfalls fächerförmig auseinander. Zum Theil gehen sie, ohne aber den äussern und innern Augenwinkel ganz zu erreichen, bis dicht an den obern Rand des Tarsus und befestigen sich an demselben vermittelst elastischer Sehnen, wie an mehreren Präparaten, wo der Uebergang einzelner Muskelbündel in ein reiches elastisches Fasernetz unmittelbar beobachtet werden konnte, evident nachgewiesen wurde. Der grössere Theil verliert sich indessen schon früher und zwar in der Weise, dass die Muskeln eine von hinten nach vorn allmälig an Mächtigkeit abnehmende Schicht bilden.

Die Richtung der Faserzüge ist, wie schon aus dem Obigen hervorgeht, fast ausschliesslich eine in der Längsrichtung, also von hinten nach vorn gehende. Nur ganz vereinzelt finden sich einige quer, also transversal verlaufende Bündel eingestreut.

Die Dicke der Muskelbündel beträgt etwa 0,05 — 0,075 Millimeter.

Die Länge des ganzen Muskels, das heisst also seine Ausdehnung in der sagittalen Richtung, ist gewissen individuellen Schwankungen unterworfen, da die Endigung der Muskelfasern des Levator, nach der sich der hintere Anfang des glatten Muskels richtet, mehr oder weniger weit von dem obern Rande des Tarsus entfernt liegt. Im Mittel beträgt sie etwa 1 Centimeter.

Der glatte Muskel des untern Augenlides zeigt, wenn man die am obern Augenlide durch den Zusammenhang mit dem M. levator bedingten Eigenthümlichkeiten abrechnet, ein ganz analoges Verhalten. Er erstreckt sich, etwas weniger mächtig als dort und dicht unter der Conjunctiva liegend, von der Uebergangsstelle derselben auf den Bulbus bis ganz nahe an den untern Rand des Tars. infer. und scheint an seinen beiden Enden, was namentlich vorn mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, in eine elastische Sehne überzugehen. Sein Faserverlauf ist ebenfalls überwiegend ein sagittaler, indessen zeigt er doch mehr als der M. palpebral. sup. eine netzförmige Anordnung, da sich in einem etwas reichlicheren Maasse trans-

versal verlaufende Bündel beigemischt finden. Auch er erreicht nicht ganz den äussern und innern Augenwinkel, namentlich scheint seine mediale Grenze ziemlich weit vom innern Augenwinkel entfernt zu bleiben. Dafür findet sich aber, so wie auch am obern Augenlide, in der Nähe der Augenwinkel ein grösserer Reichthum an elastischem Gewebe, so dass man also, den Muskel als Ganzes betrachtet, ihn als eine rechteckige, nach unten convexe, von dem vordern untern Umfange des Bulbus bis zum untern Rande des Tars. inf. reichende, in der Nähe ihrer Peripherie überall elastische, in der Mitte muskulöse Platte ansehen kann.

In der sogenannten Membrana semilunaris ist es mir nicht gelungen, Muskelfasern nachzuweisen. Eine Fortsetzung etwa der Muskeln der eigentlichen Augenlider in dieselbe erscheint schon von vornherein deshalb unmöglich, weil nach dem oben Gesagten die Muskeln beider Augenlider den innern Augenwinkel nicht erreichen.

Zum Schluss bemerke ich noch kurz, dass sämmtliche der obigen Darstellung zu Grunde liegenden mikroskopischen Untersuchungen an getrockneten Präparaten ausgeführt wurden, eine Methode, die ich nach den von mir gemachten Erfahrungen besonders in den Fällen für ausserordentlich bequem und zweckmässig halten muss, wo es sich darum handelt, nicht nur über das Vorhandensein, sondern auch über die topographischen Verhältnisse, die Anordnung, den Verlauf etc. von histologischen Elementen Aufschluss zu erhalten.

Die für die mikroskopische Untersuchung gemachten feinen Abschnitte der Präparate wurden auf dem Objectträger in destillirtem Wasser wieder aufgeweicht und dann mit den bekannten zur Nachweisung organischer Muskelfasern allgemein gebräuchlichen Reagentien: Essigsäure, Kali, Salpetersäure behandelt. Die Salpetersäure scheint, wie schon oben näher auseinandergesetzt, besonders dann sehr empfehlenswerth, wenn es darauf ankommt, das Verhältniss glatter zu quergestreiften Muskelfasern zu bestimmen.

Die angewandte Vergrösserung war in den meisten Fällen eine 270fache; eine schwächere (50fache) wurde dann benutzt, wenn es sich darum handelte, einen Ueberblick über die gegenseitige Anordnung der durch die stärkere Vergrösserung ihrem histologischen Charakter nach bestimmten Gewebe zu gewinnen.

---

3. Physiologische Bedeutung der Mm. orbitalis und palpebralis.

Die Wirkungsweise und damit also auch die physiologische Bedeutung der die Membr. orbital. durchziehenden Muskeln ist leicht und ohne Weiteres verständlich. Sie wirken ohne Zweifel als Antagonisten der den Augapfel in seine Höhle zurückziehenden Muskeln, also des M. retractor bulbi und der vereinigten Mm. recti. Indem sie ganz ähnlich wie beim Diaphragma durch ihre Contraction die nach aussen gewölbte Membran abflachen, verringern sie die Capacität der Augenhöhle und zwingen dadurch vermöge der trichterförmigen Gestalt derselben den Bulbus nach der ihm allein möglichen Seite, nach vorn hin auszuweichen, schieben ihn also aus der Augenhöhle heraus. Das bei Reizung des Hals-Sympathicus beobachtete Hervortreten des Bulbus erklärt sich so auf eine sehr einfache Weise. Sie unterstützen und erweitern die Wirkung des neben den Muskeln die Membran zum grossen Theil constituirenden elastischen Gewebes, das durch das ihm vermöge seiner molekulären Constitution innewohnende Bestreben, sich durch eine fremde Kraft ausgedehnt wieder auf seine normale Länge zu verkürzen, wohl das ursprüngliche Volumen eines von ihm umschlossenen Raumes wieder herzustellen, denselben aber nicht zu verkleinern im Stande ist, demgemäss lange nicht so energisch wirken kann wie das Muskelgewebe.

Die specielle Wirkungsweise beider Gewebsarten wird uns aus einer Betrachtung ihrer Anordnung und Vertheilung in der Membr. orbitalis leicht klar werden.

Wenn wir, an die entwickeltste Form, wie sie bei den Wiederkäuern sich findet, uns haltend — uns erinnern, dass das elastische Gewebe besonders an der Stelle der oben beschriebenen queren Einschnürung der Membran und in den von da nach hinten gelegenen Partien in besonderer Mächtigkeit und sich fast über die ganze Breite der Membran hinüberziehend auftritt, so wird dasselbe einerseits nicht nur dem namentlich auf die eingeschnürte Stelle wirkenden, diese ausdehnenden Zurückziehen des Bulbus vermöge seiner elastischen Kräfte einen Widerstand entgegensetzen, sondern andererseits auch den mit Ueberwindung dieser Kräfte durch die Mm. retractor etc. zurückgezogenen Bulbus nach Aufhören der Contraction der genannten Muskeln wieder in seine ursprüngliche Lage zurückzuschieben bemüht sein. Diese Thätigkeit erhält eine wesentliche Unterstützung durch dic zahlreiche und kräf-

tige Ringmuskulatur, die höchst wahrscheinlich auf reflectorischem Wege sofort in Contraction gerathen wird, wenn die Membran durch den zurückgezogenen Bulbus gespannt und ausgedehnt wird. Ihre Wirkung auf die Verkleinerung des Augenhöhlenraums ist offenbar eine viel kräftigere, als die der Längsmuskeln, da sie in der Richtung der Wölbung der Membran verlaufen, und auf den ersten Blick scheinen die letzteren ganz entbehrlich. Sie vermögen auf das Hervorschieben des Bulbus nur so lange einen Einfluss auszuüben, als die durch denselben nach aussen hervorgetriebene Membran noch nicht wieder einen in der Richtung von vorn nach hinten geraden Verlauf angenommen hat; sowie aber über diese hinaus das elastische Gewebe und die ringförmigen Muskeln die normale Einbiegung nach innen wieder herzustellen anfangen, wird die Wirkung der Längsmuskeln gerade eine umgekehrte: sie heben durch ihre Contraction die Membran vom Bulbus ab und darin scheint mir auch ihre Hauptbedeutung zu liegen; sie scheinen mir hauptsächlich die Bestimmung zu haben, die Wirkung der Ringmuskeln und des elastischen Gewebes zu corrigiren. Denn es liegt auf der Hand, dass, wenn es den oben erwähnten animalischen Muskeln gelingt, den Bulbus mit seinem grössten Meridian hinter die eingeschnürte Stelle zurückzuziehen, die nach Erschlaffung derselben zur Geltung kommende Wirkung der genannten Gewebe — falls nicht etwa die Contraction der Ringmuskeln eine ganz regelmässig von hinten nach vorn fortschreitende sein sollte, was deshalb unwahrscheinlich ist, weil der Druck und damit das die reflectorische Erregung bewirkende Moment zuerst auf die vorderen Partien der Membran wirkt — es liegt, sage ich, auf der Hand, dass in solchen Fällen die gerade an der Stelle der Einschnürung am stärksten eintretende Wirkung der genannten Gewebe den Bulbus, statt ihn in seine normale Lage zurückzuschieben, im Gegentheil verhindern wird, dieselbe wieder einzunehmen. Diesen Uebelstand compensiren die Längsmuskeln, indem sie durch ihre Contraction die einschnürende Stelle von dem Bulbus abheben und ihm so das Zurückgehen an seine normale Stelle ermöglichen.

Ob die als Analogon dieser muskulösen Orbitalhaut die Fissura orbital. beim Menschen ausfüllende Muskellage wirklich eine erhebliche physiologische Bedeutung hat, oder vielleicht eben nur als Rest einer unter andern veränderten Verhältnissen stärker entwickelten und bedeutsamen Bildung anzusehen ist, gleichsam als ein Beweis dafür, dass die Natur ursprünglich alle ihre Geschöpfe nach einem einzigen grossen

Plane gebildet hat, in welchen sie die Besonderheiten der einzelnen Gattungen und Arten eingetragen hat, lässt sich wohl nur schwer entscheiden. Dass indessen dieser Muskel beim Menschen in der That functionirt, dafür scheint mir der Umstand zu sprechen, dass ich denselben in allen Fällen, auch im höhern Alter relativ ziemlich stark entwickelt gefunden habe. Seine Wirksamkeit kann sich indessen, da er seiner geringen Ausdehnung und seiner Anheftung wegen keinen irgendwie nennenswerthen Einfluss auf die Veränderung des Volumens der Augenhöhle und damit auf die Bewegung des Bulbus auszuüben vermag, jedenfalls nur darauf beschränken, ein Herausdrängen von in der Augenhöhle liegenden Theilen in die Fossa spheno-maxillaris oder die Schädelhöhle zu verhüten und also den festen Verschluss der Augenhöhle gegen die sie umgebenden Höhlen und Gruben zu vervollständigen. Eine der Wirksamkeit der Membr. orbitalis entsprechende Bedeutung als Antagonist der den Bulbus in die Orbita zurückziehenden Muskeln ist undenkbar und der veränderten Verhältnisse halber auch unnöthig. Ob er vielleicht noch zu den die Fiss. orbital. inf. und sup. durchsetzenden Gebilden, also namentlich zu den Gefässen in irgend einer Beziehung steht, vermag ich nicht zu entscheiden; ich halte es aber nicht für wahrscheinlich.

Eine ähnliche Bedeutung wie dem M. orbitalis möchte ich den Mm. palpebrales zuschreiben. Sie scheinen mir dazu bestimmt zu sein, den schon durch die beiden Tarsi eine gewisse Festigkeit erlangenden Augenlidern durch ihre Contraction einen grössern Halt und eine grössere Widerstandsfähigkeit zu geben, und so der ihrer Bestimmung nach vorn offenen, nur durch bewegliche Weichtheile, eben die Augenlider, zeitweise zu verschliessenden Augenhöhle, doch auch hier, so weit es die Verhältnisse gestatten, einen möglichst vollkommenen Verschluss zu verschaffen, den in ihr liegenden Augapfel einerseits vor äusseren Einflüssen möglichst zu bewahren, andererseits einem etwa von hinten und innen her ihn treffenden und aus seiner Höhle herausdrängenden Druck entgegenzuwirken. Ich habe deshalb, da der M. orbitalis sowohl wie die Mm. palpebrales nur wesentlich denselben Zwecken zu dienen schienen, beide mir dazu bestimmt erschienen, den Abschluss der Augenhöhle gegen die sie umgebenden Theile und die Aussenwelt zu einem möglichst vollkommenen und sichern zu machen, die mögliche physiologische Bedeutung beider auch zusammen besprochen und sie gleichsam nur als verschiedene Glieder eines und desselben, gemeinsamen Zwecken dienenden Apparats

aufgefasst. Möglich wäre es ja immerhin, dass wenigstens am untern Augenlide bei dem Mangel eines dem M. orbicular. oc. entgegenwirkenden animalischen Muskels die glatten Muskeln von ihrem hintern relativ weniger beweglichen Anheftungspunkte aus das Augenlid herabzuziehen vermöchten, obgleich es immer räthselhaft erscheint, unter welchen Bedingungen, auf was für Reize hin der als organischer dem Willen nicht unterworfene Muskel seine Thätigkeit entfalten sollte. Es ist übrigens wohl anzunehmen, dass die Mm. palpebrales beim Menschen wenigstens überhaupt von keiner besondern Bedeutung sind, da ich sie, wie schon oben angegeben, bei Erwachsenen in fast allen Fällen mehr oder weniger fettig degenerirt gefunden habe.

Eine Antwort auf die Erwiderung des Herrn Geh. Medicinalraths und Professors Dr. Beneke in Marburg.

Von

E. Bischoff, Cand. med. in München.

Herr Geh. Medicinalrath und Professor Dr. Beneke hat in dieser Zeitschrift Bd. 23. Hft. 3. S. 271 auf meine in derselben Zeitschrift im Bd. 21. Hft. 2 erschienene Arbeit: „Ueber den Nachweis der Gallensäuren mittelst der Pettenkofer'schen Probe“ etc. eine Erwiderung erfolgen lassen, in der mir vorgeworfen wird, ich hätte ihm im Bericht über seine Untersuchungen über die Gallenbestandtheile Worte untergeschoben, die er nirgends gesagt habe, ich hätte darin geradezu Unwahrheiten behauptet und seine Meinung absichtlich entstellt.

Ich kann mir den erregten Ton dieser Erwiderung nur dadurch erklären, dass Herr Prof. Beneke in meiner Arbeit, die nur Thatsachen enthält, eine „Zurechtweisung“ der seinigen erblickt. Wer jedoch meine Abhandlung liest, wird sich vergebens nach einer Stelle umsehen, in der im Ausdruck oder der Kritik das allerbescheidenste Maass überschritten wäre; es scheint daher als ein Unrecht betrachtet zu werden, wenn es einem Candidaten der Medicin gelungen ist, in dem für Jeden freien Gebiete der Wissenschaft einige Beobachtungen zu machen, die nicht die Schlüsse zulassen, welche ein Geh. Medicinalrath und Professor gezogen hat. Man wird in dieser Meinung bestärkt, wenn man weiss, dass auf die seit geraumer Zeit erschienenen Kritiken von den Professoren Scherer und Meissner, welche Herrn Prof. Beneke genau wie ich verstanden und sich manchmal zufällig ganz der gleichen

Worte bedient haben, wie ich, zum Theil aber in ihren Einwänden ohne die Basis eigener Untersuchungen viel weiter gegangen sind, keine Silbe erwidert worden ist. Aber auch ein Candidat der Medicin darf sich ungerechtfertigten Angriffen gegenüber wehren und kann sich auch von einem Geheimrath und Professor keine persönlichen Beleidigungen gefallen lassen.

Herr Beneke bezeichnet es erstens als eine absichtliche Entstellung von meiner Seite, wenn ich sage, er habe, nachdem er zuerst durch seine Untersuchungen zum Resultat gekommen war, dass die Pettenkofer'sche Probe keinen Schluss auf die Gegenwart von Gallensäuren zulasse (a. a. O. S. 43) und keinerlei Garantie biete (a. a. O. S. 44), seine Ansicht vollkommen geändert, obwohl ich selbst anerkannt hätte, dass er nirgends in seinem Buche mit Bestimmtheit das Vorhandensein der Gallensäuren behauptet, sondern dasselbe ihm nach seinen Untersuchungen nur sehr wahrscheinlich schien. Wo ist da die absichtliche Entstellung? Ich habe Herrn Beneke, wie für jeden Unbefangenen klar ist, nicht Aenderung seiner Ansicht insofern zugeschrieben, dass er später das Vorkommen der Gallensäuren für sicher gehalten, sondern weil er sich der von ihm als unsicher anerkannten Pettenkofer'schen Probe bediente. Wenn man anfangs selbst zugiebt, dass man aus der Pettenkofer'schen Probe keinen sichern Schluss auf die Gegenwart von Gallensäuren ziehen kann, hintennach aber doch dieselbe anwendet, daraus mit äusserster Wahrscheinlichkeit auf die Gegenwart der Gallensäuren in den meisten Stoffen des Thier- und Pflanzenreiches schliesst und die weittragendsten Hypothesen ersinnt, so ist dies doch wunderbar und in den Augen jedes vorurtheilsfreien Mannes ein Widerspruch, wie er stärker nicht gedacht werden kann. An dieser Unsicherheit ändert natürlich sein Zusatz, dessen Nichtangabe von meiner Seite er tadelte, dass man erheblichen Grund habe an die Anwesenheit von Gallensäuren zu denken, wenn die purpurviolette Färbung rein und intensiv auftritt und sich längere Zeit unverändert erhält, nichts; denn Herr Beneke bekommt ja mit reiner Oelsäure das schönste Farbenspiel, mit durch Alkohol ausgezogenem Eiweiss und Geweben, in denen keine Gallensäuren-Verbindungen mehr enthalten sein können (a. a. O. S. 41 u. 48), eine der Pettenkofer'schen Probe sehr ähnliche, nur nicht ganz so brilliante Reaction und mit käuflichem Aether (S. 42) eine prächtige Reaction, die sich in Nichts von der der Gallensäuren unterscheidet. Er selbst

hielt auch bei reiner und intensiver Reaction die Resultate nur für wahrscheinlich; denn wer will so geringe Unterschiede erkennen? Mit einem sichern Hülfsmittel kann man arbeiten und dann auf die gefundenen Thatsachen auch hypothetische Erklärungen aufbauen; aber es ist doch etwas Anderes, ein Buch von 144 Seiten in Quart auf eine als nicht sicher erkannte Reaction hin zu schreiben.

Herr Beneke zeiht mich zweitens der Unwahrheit, weil ich sagte, er hätte die Gegenwart von Gallensäuren in den meisten Stoffen des Thier- und Pflanzenreiches angenommen. Hat er etwa diese Annahme nicht gemacht? Es ist gewiss, dass das ganze wissenschaftliche Publicum, wie er aus allen Berichten ersehen kann, mit mir diese Meinung theilt. Wenn nachgewiesen wird, dass das, was man in einem umfangreichen Buche als äusserst wahrscheinlich hingestellt hat, völlig unzulässig ist, so rettet man sich nicht dadurch, dass man sagt, man habe Alles ja selbst nur für wahrscheinlich gehalten. Denn, wenn der Herr Geheimrath und Professor überzeugt war, dass seine „Studien" diese Verbreitung der Gallensäuren nicht nachgewiesen hätten, so kann man mit Fug und Recht fragen, wozu er denn sein ganzes Buch veröffentlicht habe?

Er sagt endlich, es sei nicht wahr, dass er behauptet habe, die in dem Myelin mit dem Cholesterin verbundene Substanz müsse gallensaures Lipyloxyd sein. Ich frage, ob es eine Unwahrheit ist, wenn ich dies als die Ansicht des Herrn Geheimraths betrachtete, nachdem er bei der Frage, woraus besteht das Myelin, durch Ausschliessung aller anderen Substanzen darauf gekommen ist, dass es mit grösster Wahrscheinlichkeit eine Verbindung von Cholesterin mit einer bisher unbekannten Lipyloxydverbindung ist. Jedenfalls beging ich armer Candidat der Medicin diesen Frevel nicht allein, denn Herr Prof. Scherer sagt in seinem Jahresberichte von 1862 S. 217 wörtlich Folgendes: „Die Interpretation, die derselbe (Herr Beneke) hierüber giebt, ist jedenfalls eine sehr gewagte; er glaubt nämlich, dass der die fragliche Gallenreaction liefernde und mit dem Cholesterin und den neutralen Fetten das Myelin bildende Stoff für glycochol- und taurocholsaures Lipyloxyd gehalten werden müsse." Ganz ähnlich ist es auch Herrn Prof. Meissner in seinem Referate über die Arbeit des Herrn Beneke in dem Jahresberichte für 1863 ergangen, welcher, wenn er auch das Wort „müsse" nicht gebraucht, dennoch die Worte des Herrn Geheimraths in demselben Sinne auffasst und zurückweist.

Ich verbitte mir also nachdrücklichst jede Beschuldigung der Unwahrheit und jede solche Zurechtweisung von Seite des Herrn Geheimraths und Professors Beneke. Ich bin nicht leichtfertig mit seinen Leistungen, die in unserm Falle nur in Wahrscheinlichkeiten bestehen, umgegangen. Ich glaube vielmehr seinen Dank verdient zu haben, dass ich mir die Mühe gab, durch Thatsachen seine, wie wir nun zu unserm Erstaunen sehen, von ihm selbst nicht geglaubten Probabilitätshypothesen zu widerlegen.

Der sachliche Einwand, den Herr Beneke macht, ist kaum der Berücksichtigung werth. Er tadelt nämlich, dass ich nicht das Myelin untersucht; war dies aber nöthig, wenn alle die Substanzen, aus denen er das Myelin dargestellt hat und in denen er vorher durch die Pettenkofer'sche Probe Gallensäuren gefunden haben will, mit der Neukomm'schen Probe keine Reaction zeigen? Es ist eine durch Nichts begründete Ausrede, dass die Gallensäuren vielleicht in einem Gemisch von Stoffen oder in irgend einer chemischen Verbindung nicht auf das Neukomm'sche Reagens reagiren; ich kann versichern, dass mit demselben nach meinen Erfahrungen alle Verbindungen oder Gemische, in denen nur Spuren von Cholsäuren befindlich sind, die schönste Reaction geben. Das Vorkommen der Gallensäuren entscheidet nicht, wie Beneke meint, die Elementaranalyse, denn, wenn ich eine Substanz vor mir habe, welche mit der Neukomm'schen Probe die Reaction nicht giebt, so ist es ganz überflüssig, die Elementaranalyse zu machen, es kommen dann keine Gallensäuren darin vor. Ich für meinen Theil, und wie ich glaube, die Männer, um deren Urtheil es mir zu thun ist, nehmen als ausgemacht an, dass in den von Herrn Beneke untersuchten Materien keine Cholsäure vorkommt, weil sie auf die so ungemein feine Neukomm'sche Probe nicht reagiren. Herr Beneke kann für seine Person seine Resultate und Leistungen meinetwegen so lange als zweifelhaft ansehen, als die Elementaranalyse nicht gemacht ist; ich werde mit Ruhe und Herr Beneke mit Langmuth diesem Zeitpunkte entgegensehen.

Was endlich die Allegirung des Falles mit Herrn Prof. Dursy betrifft, so ist dieselbe übel gewählt und habe ich darauf Folgendes zu erwidern:

Herr Prof. Dursy hatte allerdings Recht, als er sagte, dass seine Gewichtsbestimmungen über den menschlichen Körper schon vorhanden gewesen seien, als ich die meinigen bekannt machte. Allein Niemand, und wahrscheinlich auch Herr Prof. Dursy selbst nicht, wird mir ein Verbrechen oder eine Absicht

dabei zugeschrieben haben, dass ich keine Kenntniss von einem nur wenige Monate vor Absendung meines Aufsatzes erschienenen und hier ganz unbekannt gebliebenen encyklopädischen Werke hatte, und noch weniger eine Ahnung davon, dass sich in demselben irgend welche neue und originelle Angaben finden sollten.

Die dritte Abtheilung der Dursy'schen Anatomie langte, wie buchhändlerische Aussagen bezeugen können, im Monat Januar 1863 hier in München an und im Monat Mai 1863 sendete ich mein Manuscript an den Herrn Herausgeber dieser Zeitschrift. Uebrigens betraf der von mir berührte Mangel in der Literatur vorzüglich nur die Wiegung aller einzelnen Theile und Organe eines und desselben Körpers, und den hat auch die Arbeit des Herrn Prof. Dursy nicht beseitigt. Es ist von demselben nur ein Körper, der des Selbstmörders C., vollständiger gewogen worden; auch bei diesem aber fehlt die Angabe des Gewichtes des Rückenmarkes, der Unterkieferdrüse, Schilddrüse, Prostata, des Herzens, der Augen, Nebennieren und ebenso auch der meisten einzelnen Muskeln beider Seiten, so dass sich relative Gewichtsverhältnisse und Schlüsse aus denselben meist nur mangelhaft ziehen lassen. Uebrigens hätte ich mehr als Herrn Prof. Dursy, Herrn Prof. Schwann in Lüttich um Entschuldigung zu bitten, dass ich seine in den Mémoires de l'Acad. de Bruxelles schon 1843 u. 44 mitgetheilten schätzbaren Wägungen übersehen habe, obgleich auch keine dieser vollständig ist. Jedermann wird aber leicht einsehen, dass ich überhaupt als Candidat der Medicin noch weit mehr in dem Stadium bin, wo man durch Citate zu glänzen, als durch Verschweigung der Verdienste Anderer sich zu heben sucht.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Einladung

zu der

40. Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte.

Die im verflossenen Jahre in Giessen vereinigte 39. Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte hat zu dem diesjährigen Versammlungsorte die Residenzstadt Hannover und zu Geschäftsführern die Unterzeichneten erwählt. Wir erfüllen hiermit die angenehme Pflicht, deutsche und ausländische Naturforscher und Aerzte, sowie Freunde der Naturwissenschaften, zu der auf die Tage von Montag den 18. bis Sonnabend den 23. September angesetzten Versammlung ganz ergebenst einzuladen. Das Aufnahmsbureau wird am 17. September Morgens in Stand gesetzt und eröffnet sein und die nöthige und sonst erwünschte Auskunft ertheilt werden.

Zu Wohnungen bieten die zahlreichen und sehr guten Gasthöfe bequeme Gelegenheit dar: ausserdem werden eine grosse Anzahl von Privatwohnungen nachgewiesen werden können, zu deren Benutzung jedoch eine der Ankunft hierselbst vorausgehende Anmeldung erforderlich sein wird. Indem die unterzeichneten Geschäftsführer mit Eifer und nach besten Kräften den Bedürfnissen und Wünschen der Versammlung zu entsprechen suchen werden, hoffen sie auf zahlreiche Theilnahme.

Hannover, den 3. Junius 1865.

Professor Dr. **Krause**,
Geheimer Obermedicinalrath.

Professor Dr. **Karmarsch**,
Director der polytechnischen Schule.

Fig. I.



Fig II.



Fig. V.

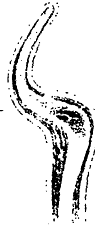




Fig. IV.



Fig. III.

Fig. I.

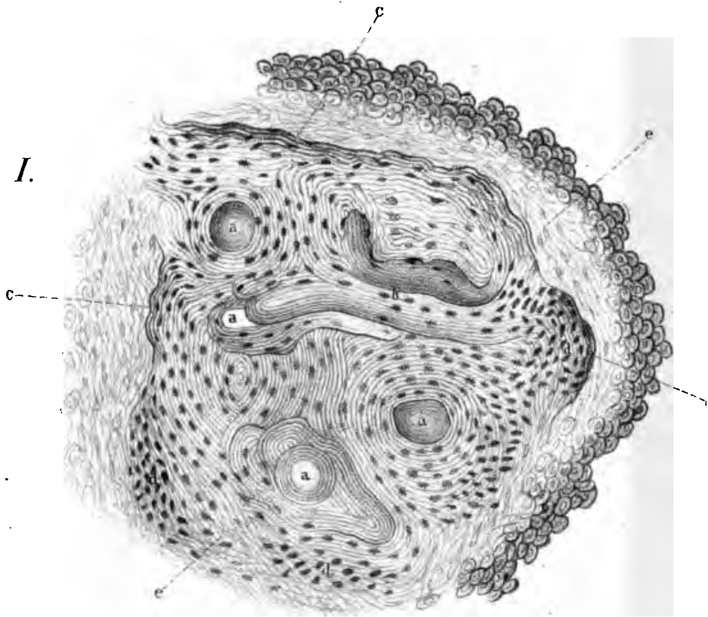


Fig. II.

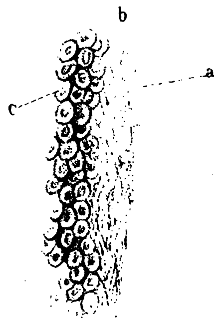
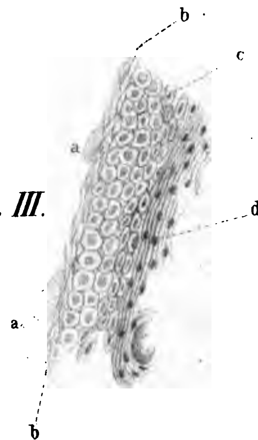


Fig. III.



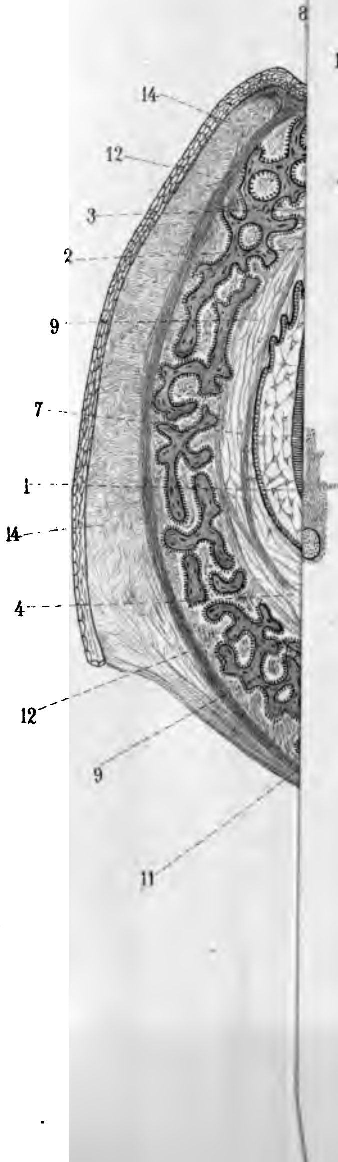


Fig. 3.





Fig. 6.

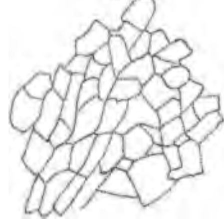


Fig. 1.

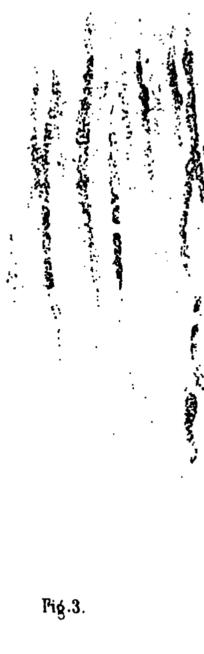


Fig. 2



Fig. 3.



Fig. 5.

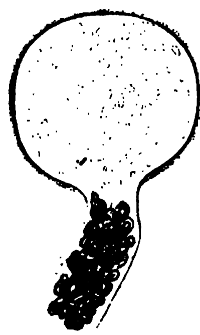


Fig. I.



Fig II.



Fig. V.



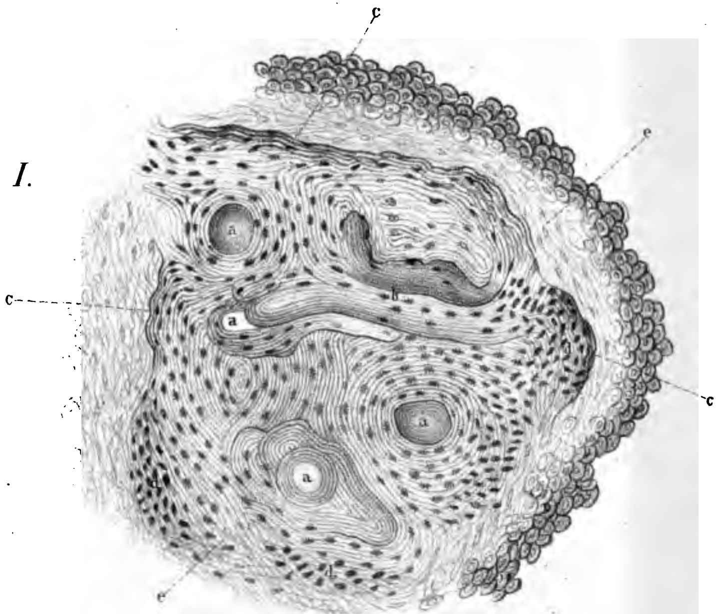


Fig. IV.



Fig. III.

Fig. I.



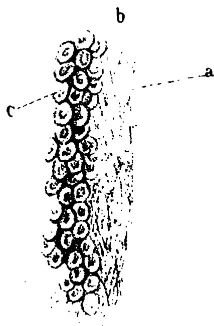


Fig. II.

Fig. III.

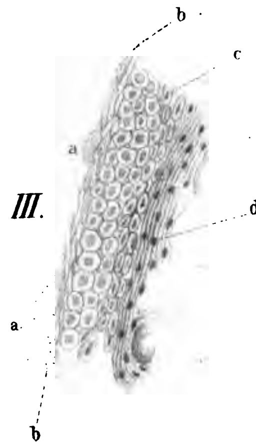




Fig. 2.

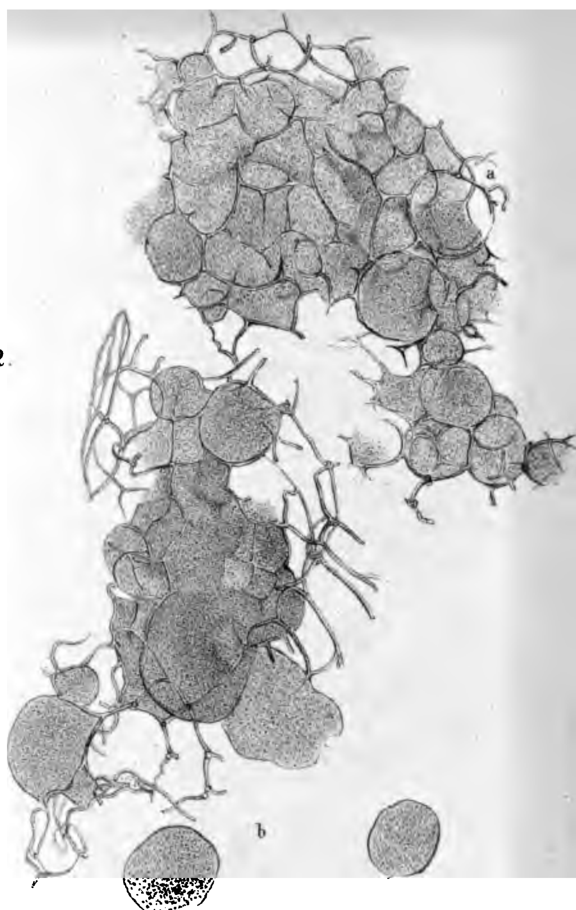


Fig. 1



